UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

ESCOLA DE ENGENHARIA

MESTRADO EM ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Best Place: Uma Ferramenta Livre Para Desenvolvimento de Site Survey.

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Telecomunicação da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Luiz Claudio Schara Magalhães

NITERÓI

2010

William David Mercado Echenique

Best Place: Uma Ferramenta Livre Para Desenvolvimento de Site Survey.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Sistemas de Telecomunicações.

Aprovada por:

____

Prof. Dr. Luiz Cláudio Schara Magalhães, TET/UFF

____

Prof. Dr. Carlos Alberto Malcher Bastos, TET/UFF

____

Prof. Dr. Alexandre Sztajnberg, IME/UERJ

NITERÓI

2010

DEDICATÓRIA

A Deus, por ser a fonte de minha sabedoria, força e vida, a quem devo tudo o que sou;

À minha esposa Maryi Lily, pela paciência, compreensão e amor, sempre me incentivando em todos os momentos, ajudando a tornar meu sonho uma realidade.

À minha mãe Candelária, pelo apoio incondicional, pelo amor e educação que me deu, ao longo de minha vida, possibilitando, assim, minha formação e realização profissional e pessoal, transformando meu sonho em realidade;

A meu irmão Jorge Eliecer, pelo amor com que me brindou, em todos os momentos, apesar da distância;

A meus sogros Jairo e Olga, pelo apoio e amor, sempre incondicional, e pela amizade maravilhosa com que me têm brindado desde que os conheci, ajudando a transformar meu sonho uma realidade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Fluminense, pela oportunidade de ter transformado meu sonho em realidade;

A todo o Corpo Docente do Departamento de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense, pelos ensinamentos que foram a mim passados, contribuição inestimável para minha formação;

À minha turma, pelo carinho, apoio e amizade.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURA

ÍNDICE DE TABELAS

GLOSSÁRIO

Access point **-** veja AP.

Ad hoc - uma rede sem fio que não faz uso do AP e em geral temporária. Veja também IBSS.

AP - *Access Point* ou Ponto de Acesso. Dispositivo que liga uma rede sem fio a outra rede com fio.

Bluetooth - Rede sem fio de curto alcance.

BSS - *Basic Service Set* ou Conjunto Básico de Serviços. Um BSS é um conjunto de estações associadas umas as outras.

BSSID - *Basic Service Set Identifier* ou Identificador de Conjunto Básico de Serviços. Um identificador de 48 bits usado por todas as estações em um BSS.

DHCP - *Dynamic Host Configuration Protocol* ou Protocolo de Configuração Dinâmica de Hosts. Um padrão utilizado para configurar automaticamente hosts numa rede fornecendo o numero IP, netmask, DNS, etc.

DS - *Distribution System* ou Sistema de Distribuição. Um conjunto de serviços que conecta vários AP juntos.

ESS - *Extended Service Set* ou Conjunto de Serviços Estendidos. Um conjunto de AP conectados juntos.

Ethernet - Tecnologia de interconexão para redes locais (LAN) baseada em envio de pacotes.

Gateways **-** Equipamentos que interliga redes internas com outras internas ou externas.

Hosts - Máquinas pertencentes à uma rede (computadores, *notebooks, laptops*, etc).

IBSS - *Independent Basic Service Set* ou Conjunto Básico de Serviços Independente. Uma rede sem um AP. Veja também ad hoc.

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Instituto que trata da padronização de diversos sistemas como, por exemplo, o padrão IEEE 802.

MAC - *Medium Access Control* ou Controle de Acesso ao Meio. Uma função que determina qual estação esta habilitada para acessar um meio para transmissão.

Mbps – Megabits por segundo, velocidade de transferência de dados.

PCMCIA - *Personal Computer Memory Card International Association*. Uma placa que possibilita a conexão de diversos dispositivos em um *Laptop*.

RF - *Radio Frequency* ou Radio Freqüência. Ondas eletromagnética de radio, TV, celular, etc.

SSID - *Service Set Identity* ou Identificador de Conjunto de Serviços. Uma string usada para identificar um conjunto de serviços.

TCP/IP - (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) - Conjunto de protocolos da Internet.

WEP - *Wired Equivalent Privacy* ou Privacidade Equivalente a Rede com fios. Fornece um mínimo de privacidade através da cifragem de dados.

Wi-Fi - Acrônimo para *Wireless Fidelity* também conhecido como IEEE 802.11b. Produtos certificados como Wi-Fi pela WECA são compatíveis entre si independente do fabricante.

WPA - (*Wi-Fi Protected Access*) - Protocolo de Segurança para redes Wireless, onde a chave de encriptação é renovada periodicamente o que aumenta a segurança da rede.

RESUMO

Este trabalho descreve um mecanismo para o posicionamento do AP (ponto de acesso) da melhor forma possível, levando em conta a cobertura nas áreas alvo e os diferentes locais em que o ponto de acesso pode ser instalado, através do *Site Survey* (estudo do local). A posição é obtida por meio do uso do *software* denominado *BP* (*Best Place*), onde os clientes e o servidor podem ser instalados em qualquer computador com o sistema operacional GNU/Linux e que possuam interface de rede sem fio. O *software* tem como objetivo capturar e analisar os quadros enviados a um AP sem fio, que é posicionado nos locais em que ele poderá ser instalado, enquanto os clientes são posicionados nos locais onde se quer cobertura. Com isso, torna-se possível uma comparação dos locais, encontrando, entre estes, qual seria o melhor posicionamento do ponto de acesso.

PALAVRAS CHAVE: *Site Survey*, IEEE 802.11, redes sem fio.

ABSTRACT

This paper describes a mechanism for the near optimal positioning of or access point as taking into account the coverage in target areas and the different locations where the access point can be installed through a *Site Survey.* The position is obtained by using a client-server *software*, where the client can be installed on any computer with the operating system GNU / Linux and have wireless network interface. The *software* aims to capture and analyze frames sent from an access point, which is positioned where it can be installed, while customers are positioned where you want to cover. Therefore a comparison of the sites is made, finding the best placement of the access point.

KEYWORDS: *Site Survey*, IEEE 802.11, wireless net

1 INTRODUÇÃO

O projeto “Um Computador por Aluno” (UCA), proposto pelo Laboratório de Mídia do Massachusetts Institute of Technology (MIT), tem por finalidade a democratizar a inclusão digital e agregar a tecnologia da informação à Educação, especialmente nos países em desenvolvimento.

No Brasil, o governo mobilizou sete ministérios e várias instituições de pesquisa, atribuindo a eles a tarefa da implantação do projeto. A UFF tem a função de coordenar e executar os testes de rede de comunicação entre os laptops, verificando a possibilidade de uso do laptop para inclusão digital das crianças brasileiras.

O RUCA (Rede para o Projeto Um Computador por Aluno), então, é o projeto que desempenha a função específica de estabelecer a conectividade entre as escolas integrantes do sistema UCA, e entre seus desdobramentos deve criar uma metodologia de instalação da infra-estrutura das redes sem fio em cada uma das escolas.

Essa tarefa precisa considerar a abrangência geográfica da rede escolar no país, a ausência de recursos humanos especializados em informática em cada localidade, bem como a projeção financeira de uma implantação desse porte. Portanto, cada passo a ser dado na direção dessa importante medida precisa levar em conta as dificuldades impostas pela realidade brasileira.

Foi inspirado nessa premissa, e com o desafio de desenvolver uma metodologia para uma das etapas-chave do processo (realização de um *site-survey*) - indicação do local ideal no qual deve ser situado o AP de conexão, um momento anterior à montagem de uma rede infra-estruturada e que permite a desejável eficiência da conectividade – que foi realizado o presente trabalho.

Em função de todo este ambiente e desafio, articulando com os referenciais teóricos utilizados, o objetivo principal ficou estabelecido como: desenvolver uma metodologia e software de apoio para instalação ótima dos pontos de acesso, com o menor custo possível,

com vistas a maximizar o número de usuários.

Em tais circunstâncias, faz-se necessário considerar alguns aspectos importantes, além do objetivo precípuo do desenvolvimento da metodologia: a ausência e pessoal qualificado nas unidades escolares em que serão instaladas as redes e o alto custo da contratação de empresas especializadas para realizarem o necessário *site survey*.

O trabalho detalha, a seguir, os projetos que integra; bem como inclui, nos capítulos seguintes, uma revisão da literatura que envolve a criação de redes sem fio, abrangendo investigações de outros autores relacionadas ao tema; define as questões relativas ao site survey, como uma etapa essencial a ser executada para êxito da conectividade; e, finalmente, descreve o software desenvolvido para o projeto com o nome de *Best Place* (BP), assim como os bem sucedidos testes realizados, como resultado do desafio proposto.

1.1 OLPC

A OLPC - *One Laptop Per Child Association*[1] é uma organização sem fins lucrativos, com a finalidade de criar um dispositivo educacional disponível para o uso dos países em desenvolvimento. Sua missão é produzir oportunidades educacionais para as crianças de baixa renda do mundo, disponibilizando, a cada uma delas, um *laptop* de baixo consumo de energia e baixo custo, conectado com um software destinado a fins educacionais. O estágio atual em desenvolvimento é de construção e distribuição do portátil XO.

O objetivo da fundação é dotar crianças em torno do mundo de novas oportunidades para explorar, experimentar, e se expressar. Para isso, seus engenheiros projetaram um *laptop* com *software* educacional, que permite a inclusão digital de crianças de baixa renda. A organização tem como suporte técnico ex-engenheiros do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), que desenvolveram o *laptop* XO, ou *laptop* de 100 dólares (Figura 1).

Figura 1. *Laptop* educacional XO.

A OLPC está baseada em três premissas: [2]

1. - Aprendizagem e educação de qualidade para todos são essenciais para alcançar uma sociedade justa, eqüitativa, econômica e socialmente viável;
2. - Acesso a *laptops* móveis em escala suficiente oferecerá reais benefícios para o aprendizado e proporcionará extraordinárias melhorias em escala nacional;
3. - Enquanto os computadores continuarem sendo desnecessariamente caros, esses benefícios continuarão sendo privilégios de poucas pessoas.

A OLPC utiliza seus *laptops* em escolas de países subdesenvolvidos como ferramenta de aprendizado, inclusão social e digital.

1.2 UCA

O Brasil já mostrou interesse na aquisição de milhões de *laptops* educacionais para serem distribuídos nos colégios públicos, graças ao lançamento do Projeto UCA (Um Computador por Aluno), vinculada à Presidência da República, em que vários Centros de Pesquisas participam do estudo de viabilidade do uso do *laptop* dentro da escola e na casa do estudante.

Hoje em dia, a utilização dos computadores na educação é muito mais atraente e desafiadora do que simplesmente transmitir uma informação ao estudante. O computador pode também ser utilizado para aproveitar e enriquecer os ambientes de aprendizagem e auxiliar os estudantes no processo de construção de seus conhecimentos.

O UCA, inspirado no programa internacional lançado pela OLPC, é ligado ao Ministério da Educação e da Ciência e Tecnologia [3]. O projeto UCA é dedicado a estimular o uso do computador como ferramenta pedagógica, e para a inclusão digital no universo escolar dentro da rede pública do ensino básico brasileiro, devido à sua capacidade de compartilhamento do acesso de rede através da tecnologia de enlace sem fio e redes em malha (*mesh*).

Quando as crianças das escolas usam os *laptops* para construir seus conhecimentos, o *laptop* passa a ser uma máquina para ser explorada, inovando condições de forma que as crianças descrevam a resolução de problemas, usando linguagens de programação para refletir sobre os resultados obtidos e depurar suas idéias por intermédio de busca de novos conteúdos e novas estratégias.

Para que as crianças nas escolas obtenham maior conhecimento, é preciso instalar redes locais sem fio, nas escolas, para que todos tenham acesso à comunicação. A instalação dessas redes sem fio nas escolas do Brasil possibilita que crianças e docentes interajam por meio de redes e tenham maior mobilidade, apresentando-se assim como a solução tecnológica mais eficiente em relação à oferecida por redes de dados cabeadas. Para a instalação dessas redes sem fio, torna-se necessário um projeto para atender a todos os locais nos quais se precisa do sinal. Entretanto, para que isso ocorra, surge um problema que é a conectividade.

1.3 RUCA

Para resolver os problemas de conectividade das escolas integrantes do UCA, foi criado o projeto RUCA ("Rede para o Projeto Um Computador por Aluno"), gerenciado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) [4] e desenvolvido pelos Departamentos de Engenharia de Telecomunicações e pelo Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF).

O primeiro ano do RUCA teve como objetivo avaliar as características do hardware e software de redes sem fio, e o protocolo de roteamento para redes em malha implementado no UCA, utilizando o *laptop* XO [5], de forma a validar seu uso em dois ambientes distintos:

dentro da sala de aula, na qual está prevista uma grande concentração de computadores, e fora da escola, onde a rede será esparsa[6].

1.4 RUCA 2

O projeto RUCA foi desdobrado em uma segunda fase - RUCA 2 -, que contemplou a infra-estrutura das escolas, passando a se encarregar da criação de uma metodologia de instalação da infra-estrutura das redes sem fio em cada uma das escolas. Esse propósito é importante para que a instalação em escolas pilotos seja realizada sob reduzida necessidade de mão de obra local especializada.

O projeto RUCA 2 teve oito tarefas principais:

A primeira tarefa foi elaborar uma metodologia e software de apoio para instalação ótima dos pontos de acesso, com vistas a maximizar o número de usuários. Essa tarefa foi o principal motivo para realizar a presente dissertação. A metodologia e o software são explicados no transcorrer deste trabalho.

A segunda tarefa foi a definição de plataforma de monitoramento remoto, cujo objetivo propôs apresentar soluções de monitoramento e gerenciamento para as redes e serviços de dados que a serem oferecidos nas escolas públicas brasileiras no âmbito do projeto Um Computador por Aluno (UCA). Para tal, foram analisados vários softwares de monitoramento como: Snort, Ntop, Cacti, Nagios, Zabbix, *Open*NMS, *Hyperic* HQ, *Advanced Intrusion Detection Environment* (AIDE) e Cocar.

A terceira tarefa consistiu em estabelecer uma metodologia de instalação, e software de auxílio à instalação, para instalar a antena externa com vistas a prover o acesso para as redondezas da escola.

A quarta tarefa foi definir a metodologia de instalação e software de auxílio à instalação para o ponto de acesso, de forma a maximizar sua área de cobertura.

A quinta tarefa foi efetuar testes em redes esparsas para medir a vazão e latência da rede, com particular atenção às questões tipicamente associadas às redes sem fio, como a perda de quadros e a perda de qualidade em função de interferência.

A sexta tarefa foi pesquisar formas alternativas de conectividade dentro das escolas, com o estudo das seguintes tecnologias: PLC (*PowerLine Communication*), *Ethernet* e *HomePNA.* Além disso, se estudou a tecnologia para a manipulação da densidade ou pontos de irradiação de sinal, através de elementos passivos como, cabos irradiantes e composição de antenas.

A oitava tarefa consistiu em estudar os requisitos para o servidor instalado em cada escola.

O projeto sugere recomendações e apoio técnico sobre as soluções acerca da forma de instalar a infra-estrutura sem fio dentro as escolas, e como as mesmas se interligam, monitorar e gerenciar a rede das escolas.

Embora seja possível instalar pequenos ambientes experimentais sem a preocupação com uma infra-estrutura global, o tamanho do piloto e do projeto UCA completo exige uma resposta global de monitoramento e de controle de infra-estrutura para operação de rede.

Uma das dificuldades mais apontadas pelos profissionais (MEC) responsáveis pelo processo de instalação destas redes nas escolas é a exigência de ter pessoal qualificado em cada uma de elas, ou mesmo custo que representa enviar a um técnico a cada uma das escolas do Brasil, para cumprir a finalidade de realizar as medições que viabilizem a localização dos APs (pontos de acesso) para que eles sejam capazes de atender as necessidades da escola.

Um dos desafios propostos pelo projeto RUCA2 foi determinar, com precisão, o local no qual seria colocado o AP de conexão, como o passo que antecede à montagem de uma rede infra-estruturada. Esse foi o principal fator motivador para a pesquisa ora descrita. Assim, tornou-se primordial produzir uma metodologia e um software de fácil utilização para cumprir a função de encontrar o melhor local para colocar um AP.

Dados todos os fatores citados anteriormente, o presente trabalho descreve uma metodologia que se propõe resolver o problema. Consistiu em desenvolver um software denominado *Best Place* (*BP*), como ferramenta, em código aberto, de manuseio simplificado, acessível a usuários com limitados conhecimentos de redes, para posicionar um AP no melhor local e assim cumprir as necessidades de cobertura mínima que cada escola precisa para instalar o projeto.

O BP é uma aplicação cliente/servidor, pela qual os clientes são instalados em todos os *laptops* utilizados para realizar as medições, e o servidor é instalado em um só *laptop*. O sistema operacional dos *laptops* utilizados é qualquer versão de GNU/Linux. O software tem como função capturar e analisar os quadros que um AP gera periodicamente para informar de sua presença e automaticamente exibir os resultados no browser.

O objetivo geral do trabalho é propor a metodologia de *Site Survey* de baixo custo e acessível a uma pessoa sem especialização em redes sem fio IEEE 802.11b/g, de forma que, por meio desta metodologia e o software BP, possa situar com facilidade os pontos ideais para a instalação da rede e viabilização da conectividade do projeto UCA.

Espera-se que a ferramenta produzida por esta pesquisa e a metodologia nela proposta possa auxiliar o pessoal não técnico, disponível nas escolas do Brasil, viabilizando-se aos alunos matriculados na rede pública o acesso à Internet e suas ferramentas tais como Chat, correio eletrônico, listas de interesse, fóruns de discussão, FTP, buscadores, em prol de sua inclusão digital.

O acesso às tecnologias da informação e comunicação é, sem dúvida, uma inovação da educação e enriquece a formação do aluno, promove realmente a acessibilidade e possibilita a melhor assimilação do conjunto de conhecimentos. A importância da constante troca de informação e experiências pelos alunos, isto é, sua inclusão digital, é o mais importante estímulo para se empreender esforços de forma a obter uma rede em que os estudantes tenham acesso com igualdade.

Este trabalho está estruturado como segue. No capítulo dois é feita a descrição do padrão 802.11, adicionando os comentários sobre suas características mais relevantes. No

capítulo três, é descrito o processo de instalação de uma rede sem fio e são detalhadas as boas práticas para realizar um *Site Survey*. O capítulo quatro trata dos trabalhos relacionados, presentes na literatura. No capítulo cinco, é descrita a metodologia utilizada pelo software, com detalhes sobre seu funcionamento e características principais. No sexto capítulo, são minuciosamente explicados os testes realizados nos diferentes cenários reais. Finalizando, o capitulo sete contém as conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE REDES SEM FIO

2.1 Redes sem fio

Nos dias atuais, as redes sem fio estão se tornando, pouco a pouco, uma parte essencial das redes tradicionais. As redes sem fio proporcionam mobilidade para diversos equipamentos; possibilitam a construção de redes, onde a infra-estrutura de cabeamento convencional é de difícil instalação, ou de alto custo; viabilizam pontos de rede com eficiência; e, ainda, têm uma relação custo/benefício igual ou até melhor, se comparadas ao sistema cabeado. Resumindo, as redes sem fio associam conectividade (da rede de dados) com mobilidade (dos usuários numa área de cobertura).

Uma rede sem fio proporciona todas as características de uma rede LAN típica, como o caso das redes Ethernet, diferenciando-se pelo uso de um meio de transmissão não guiado para conectar os equipamentos associados à rede.

Entretanto, há significativa falta de segurança nessas redes, podendo haver muitas falhas, levando a converter os dados sensíveis, ou confidenciais, do sistema em dados públicos. Tal falta de segurança é devida ao seu meio de transporte, que é o ar, e por isso é necessário estabelecer uma boa implementação das redes sem fio,

A família de padrões IEEE 802.11 [7] foi concebida para especificar um conjunto de tecnologias de redes local sem fio, de maneira a evitar a necessidade de se instalar todas as redes com cabeamento estruturado - providência até então imprescindível nessas redes locais - e de dotar os nós de uma mobilidade capaz de prescindir do cabo.

2.1.1 Antecedentes

A primeira rede de computadores sem fio foi registrada, no ano de 1971, na Universidade de Hawaii [8], quando foram conectados sete computadores espalhados em quatro ilhas havaianas em rede denominada AlohaNet. Alguns pesquisadores sugerem que a

linha de partida dessa tecnologia remonta à publicação, referida originalmente em 1978, que consignava um relatório dos resultados de um experimento realizado por engenheiros de IBM, Suíça, que consistiu em utilizar enlaces infravermelhos para criar uma rede local numa fábrica.

As pesquisas seguiram na linha evolutiva dessa tecnologia, tanto com infravermelho, quanto com microondas, em que se utilizava o espalhamento do espectro (*spread spectrum*).

Em maio de 1985, a FCC *(Federal Communications Comission),* agência federal do Governo dos Estados Unidos da América, encarregada de regular e administrar as telecomunicações, estipulou as bandas ISM *(Industrial, Scientific and Medical*) [9] 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz para uso nas redes sem fio baseadas em espalhamento do espectro. Em maio de 1991, após anos de desenvolvimento, foram publicados vários trabalhos referentes às redes sem fio.

Finalmente, a IEEE emitiu seu primeiro padrão de redes sem fio, a IEEE 802.11, que define a camada física de enlace e controle de aceso ao meio em redes sem fio de banda larga, baseadas em espalhamento do espectro. Em Junho do 2003, como conseqüência de ter analisado a possibilidade de permitir que o padrão 802.11b alcance velocidades mais altas, cria-se o terceiro padrão: 802.11g que permite a transmissão de dados a 54 Mbps na banda de 2.4 GHz. Atualmente 802.11g são capazes de alcançar taxas de transferência de 108 Mbps, graças a diversas técnicas e aceleramento. Para assegurar a compatibilidade e interoperabilidade dos diferentes dispositivos fabricados segundo este padrão, criou-se a *WiFi-Alliance*, uma associação dos diferentes fabricantes relacionados com IEEE 802.11, gerando a marca WiFi (*Wireless Fidelity*), usada para certificar os produtos que cumprem padrões estabelecidos de interoperabilidade.

Os produtos certificados WiFi podem agregar recursos não padronizados, superiores aos requisitos da certificação. A própria indústria disponibiliza alguns equipamentos para uso em exteriores, que apresentem distâncias mais longas que as típicas de as redes sem fios.

2.2 Os padrões da família IEEE 802.11

Nos últimos anos tem havido um crescimento espetacular em termos de desenvolvimento e aceitação de comunicações móveis e, em particular, redes de área local sem fios. A principal função dessas redes é proporcionar conectividade e acesso a redes tradicionais com fio (*Ethernet*), como se trata de uma extensão nessa rede, mas com a flexibilidade que proporciona mobilidade e comunicações sem fios. O momento decisivo para a consolidação desses sistemas foi a conclusão do padrão IEEE 802.11, em Junho de 1997.

A IEEE é uma organização internacional dedicada, entre outras coisas, à definição dos padrões necessários para a interação e comunicação entre equipes de telecomunicações que desejem utilizar uma mesma tecnologia. Em conclusão, a família IEEE 802 se ocupa da definição de padrões de redes locais e metropolitanas. Dentre todos esses padrões, cabe destacar dois por sua enorme difusão em nível mundial:

IEEE 802.3, conhecida como *Ethernet*, possui padrão dominante nas tradicionais redes de área local *(LAN, Local Area Network*) em que as comunicações se baseiam, numa infra-estrutura com fio.

IEEE 802.11, como já dito anteriormente, faz referência às redes sem fio de área local. Foi aprovada pelo IEEE em 1997, operando numa faixa de freqüência de 2.4GHz. Desde que foi estabelecida até hoje, muitos grupos de trabalho foram criados para melhorar as deficiências detectadas, assim como para melhorar algumas de suas prestações.

O padrão IEEE 802.11 sofreu diferentes extensões para realizar modificações e melhorias. Dessa maneira, são as seguintes especificações, Tabela 1. Resumo do padrão IEEE 802.11.

:

Padrão	Descrição
IEEE 802.11a	Foi publicado, em setembro de 1999, como complemento de 802.11, opera numa faixa de freqüência de 5GHz e usa *Orthogonal Frequency Division*

	Multiplexing (OFDM). Possui uma largura de banda de 54Mbps, com algumas aplicações proprietárias com alcance de até 72Mbps. Não é compatível com 802.11b e 802.11g devido o alcance de cobertura ser menor aos dos 802.11b
IEEE 802.11b	Foi publicado também no final de 1999, opera numa faixa de freqüência de 2.4GHz e utiliza o *encoding DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum*. Possui uma largura de banda de 11Mbps, com uma cobertura de 100 metros. A cobertura da rede sem fio pode ser afetada por fatores que bloqueiam ou refletem o sinal, tais como: espelhos, paredes, dispositivos (que operam na freqüência de 2.4GHz) e a própria localização do AP, uma vez que há diferenças físicas entre espaços abertos ou fechados.
IEEE 802.11c	Especifica os métodos para a comutação sem fio, visando conectar diferentes tipos de redes por meio de pontes sem fio.
IEEE 802.11d	É extensão para a harmonização do IEEE 802.11, nos diferentes países.
IEEE 802.11e	É extensão para proporcionar qualidade de serviço (QoS, *Quality of Service*) a redes IEEE802.11a/g/h
IEEE 802.11f	É extensão para assegurar a interoperabilidade dos pontos de acesso de distintos provedores. Define o IAPP, protocolo interno entre pontos de acesso.
IEEE 802.11g	Oferece os mesmos benefícios que a extensão de 802.11b, mas alcança maior largura de banda por volta de 54 Mbps. O padrão-g oferece atualmente a melhor combinação entre valor e rendimento. Pode misturar equipamento sem fio-b, com equipamento sem fio-g, porém ocorrem perdas na velocidade dos rendimentos mais altos dos equipamentos sem fio-g. Utiliza o *encoding “Orthogonal Frequency Division Multiplexing*” (OFDM).
IEEE 802.11h	É adequação aos requisitos dos elementos reguladores europeus na banda dos 5GHz. Suas duas diferenças fundamentais de IEEE 802.11a são: a seleção dinâmica e a potência de transmissão variável, obrigatórias no mercado europeu, segundo normas do Instituto Europeu de Padrões de Comunicações (ETSI).
IEEE 802.11i	É a extensão para incrementar a segurança nas redes WiFi.
IEEE 802.11j	É a extensão para o Japão
IEEE 802.11k	(em desenvolvimento) destaca-se pelo intercâmbio de informação de capacidade entre clientes e pontos de aceso.
IEEE 802.11m	(em desenvolvimento) trata da manutenção, publicação de atualizações padrão.
IEEE 802.11n	Constitui-se na próxima geração de redes sem fio de alta velocidade, capaz de oferecer uma cobertura e uma capacidade maior para as aplicações atuais de

	software, que fazem uso da largura de banda, como reprodução de vídeos de alta definição, voz e música. A tecnologia sem fio IEEE 802.11n está baseada na tecnologia MIMO (múltiplas entradas, múltiplas saídas), que utiliza várias ondas de rádio para transmitir múltiplos fluxos de dados por vários canais, e algumas outras melhoras na capa física para obter taxas de transferência superiores a 100Mbps.
IEEE 802.11p	(em desenvolvimento) é a WAVE (*Wireless Access for the Vehicular Environment*) desenvolvida para ambulâncias e carros de passageiros.
IEEE 802.11r	(em desenvolvimento) refere-se ao roaming rápido.
IEEE 802.11s	É um padrão em fase de homologação pelo IEEE, marcada pela ênfase em redes auto-configuráveis, também conhecidas como Redes Mesh (*mesh-networks*), nas quais os pontos de acesso podem se comunicar, permitindo uma maior cobertura e melhor roteamento através dos nós de rede. Esse tipo de rede de comunicação sem fio vai ao encontro de um fenômeno que já se manifesta em cidades pelo mundo e no Brasil, como em Jundiaí, interior paulista, onde o Wi-Fi está sendo utilizado como rede de acesso municipal (WMAN). As redes Mesh são tipicamente evoluções de redes Wi-Fi, que seguem os padrões da família IEEE 802.11. Redes Mesh utilizam comunicação cooperativa, que cria a possibilidade de dispositivos distantes de trocar dados, utilizando tantos dispositivos vizinhos quanto necessário para que os dados sejam encaminhados entre a origem e o destino. A origem e o destino normalmente são a Internet e algum cliente, como um notebook com Wi-Fi. As qualidades das redes Mesh podem ser resumidas em: • Grande área de cobertura; • Baixo custo para aumentar a rede, tanto em área coberta quanto usuários; • Resistência a falhas; • Adaptabilidade automática as condições em cada instante; • O protocolo de roteamento pode ser complicado, mas para o cliente um ponto de acesso da rede *Mesh* é usado como qualquer outro do tipo Wi-Fi.
IEEE 802.11T	(em desenvolvimento) é WPP (*Wireless Performance Predictions*), isto é, métodos de teste e métricas.
IEEE 802.11u	(em desenvolvimento) traz interconexões com redes no-802, como por exemplo, redes de telefonia celular.

IEEE 802.11v	(em desenvolvimento) é a gestão de redes sem fio.
IEEE 802.11w	(em desenvolvimento) propõe ramas de gestão protegidas.
IEEE 802.11y	(em desenvolvimento) é a extensão para USA.

Tabela 1. Resumo do padrão IEEE 802.11.

O padrão utilizado para esse trabalho foi IEEE 802.11s e IEEE 802.11g.

2.2.1 Componentes de uma rede sem fio

Os elementos que conformam uma rede IEEE 802.11 são [10]:

- **Meio sem fio:** no padrão IEEE 802.11 se define o uso do canal de rádio como meio sem fio para mover os pacotes de uma estação a outra.

- **Estações (STA):** são os ordenadores, tais como: PDAs, telefones sem fio ou qualquer dispositivo dotado de conectividade IEEE 802.11 e que vai a usar a rede WiFi para se comunicar.

- **Pontos de Acesso (AP):** são os que fazem pontes ou portais entre a rede sem fio e a rede cabeada e comunicam-se entre as estações que se ligam a ele. O meio que eles usam é o ar, então as estações e pontos de acesso se ligam de forma sem fio. Em *WiFi* se definem vários meios sem fio alternativos, que diferem em freqüência, modulação e outros detalhes tecnológicos.

- **BSS (*Basic Service Set*)**: são blocos construtivos básicos de uma rede sem fio, que se compõem em um conjunto de estações capazes de se comunicar entre si dentro de uma área de cobertura determinada. A área em que é possível a comunicação chama-se: área de serviço básico (BSA, *Basic Service Area*).

A figura 2 mostra um esquema do BSS.

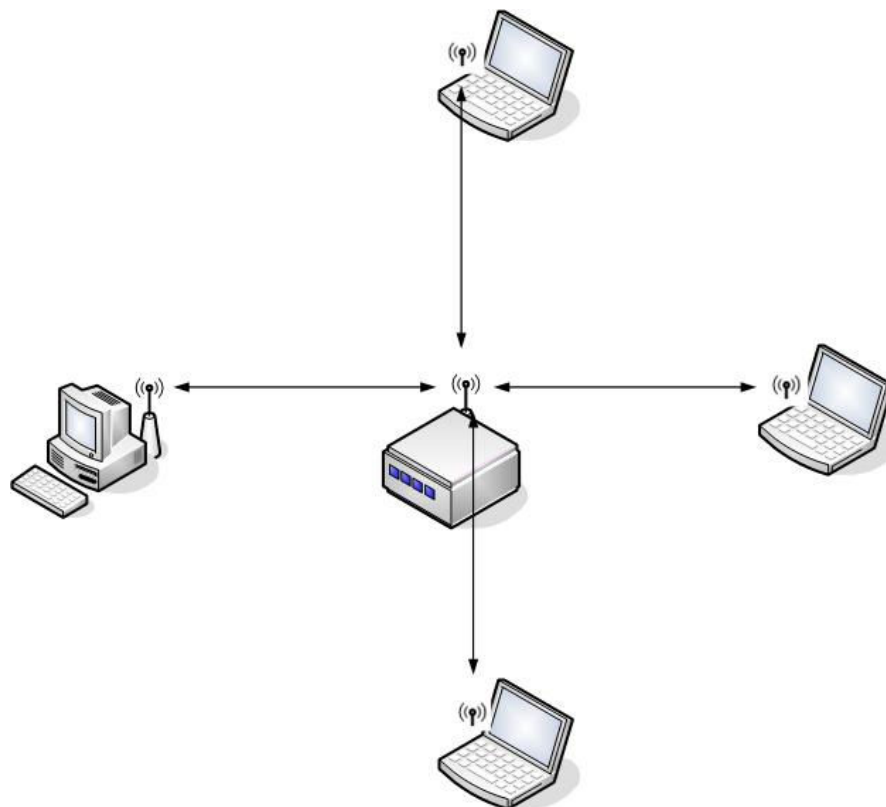



Figura 2. Conjunto básico de serviços

2.2.2 Tipos de redes

As redes sem fio suportam dois tipos de configuração segundo sua topologia, podendo ser redes Ad-Hoc ou infra-estruturadas.

2.2.2.1 Modo **Ad-Hoc**

Uma topologia que se caracteriza por não ter ponto de acesso (AP), sendo que as estações se comunicam diretamente entre si, fazendo com que a área de cobertura fique limitada ao alcance de cada estação individual, como mostra a Figura 3.

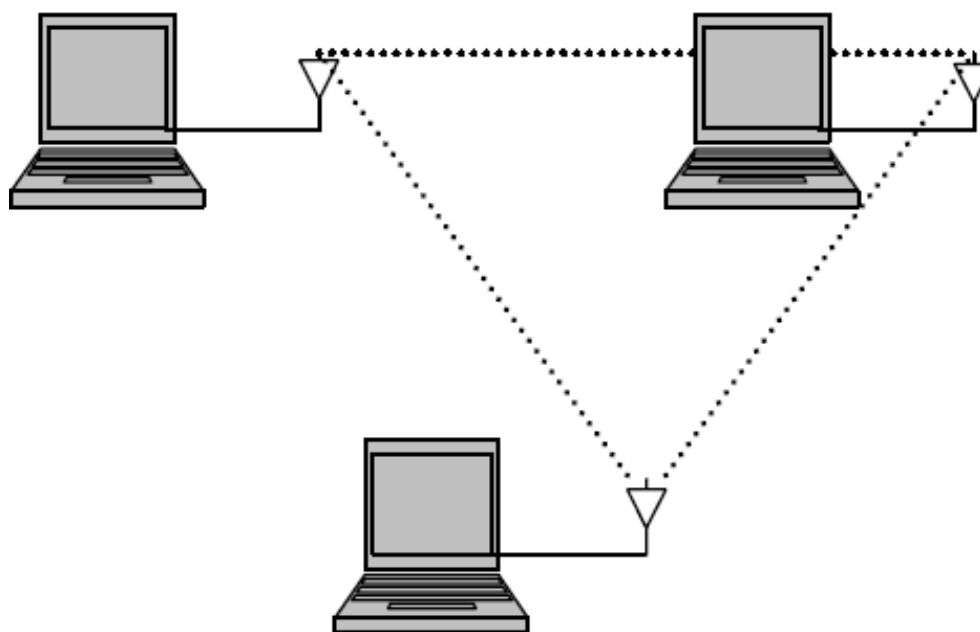



Figura 3. Rede Ad-Hoc.

Ad-hoc é um modo mais simples para criação de uma rede. São somente necessários dois computadores com placa de rede sem fio. Uma vez instalada nos computadores, se utiliza o *software* do fabricante para configurar a rede no modo *ad-hoc*, definindo o identificador comum que utilizaram (SSID). Não existe um AP que controle todo o tráfego da rede, sendo a cobertura da rede dependente do alcance dos equipamentos.

2.2.2.2 Modo infra-estrutura

No modo infra-estrutura, cada cliente estabelece uma conexão com o AP. O AP atua como um *bridge Ethernet* e reenvia as comunicações à rede apropriada, com fio ou mesmo outra rede sem fio. As estações sem fio não podem se comunicar diretamente. Todos os dados têm que passar por um AP e todas as estações devem ser capazes de “ver” o AP (Figura 4)

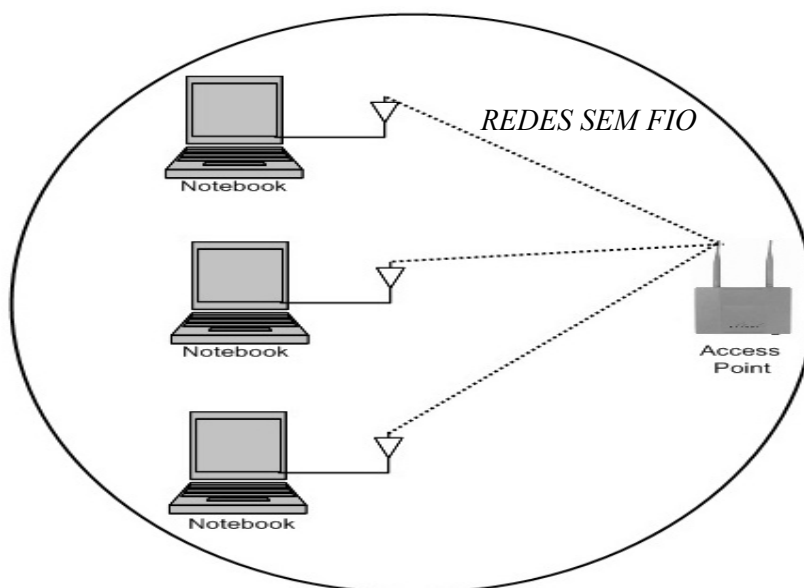



Figura 4. Rede infra-estrutura.

2.3 Modo de associação

2.3.1 Beacon frame

Os pontos de acesso enviam constantemente sinais, anunciando a rede, para que os clientes móveis detectem sua presença e possam conectar-se.

Os *beacon frames* são quadros de anúncio que contêm várias informações importantes, entre elas:

I. Sincronização do tempo: os clientes ajustam o *clock* com o AP, garantindo a correção das funções dependentes de tempo;
II. Informação de SSID: os clientes procuram no *beacon* o nome da rede e, quando é localizado o SSID, enviam um pedido de autenticação para o endereço MAC de que receberam os *beacon frames*, ou seja, o AP;
III. Taxas suportadas: também informa as taxas de transmissão que suporta, que variam conforme o padrão de hardware adotado;
IV. Canal: informa o canal que esta operando.

Para cada associação, uma estação necessita pedir autenticação para o AP. O processo de associação inclui dois passos, que envolvem 3 estados como pode ser visto na Figura 5:

1. Não autenticado e não associado;
2. Autenticado e não associado;
3. Autenticado e associado.

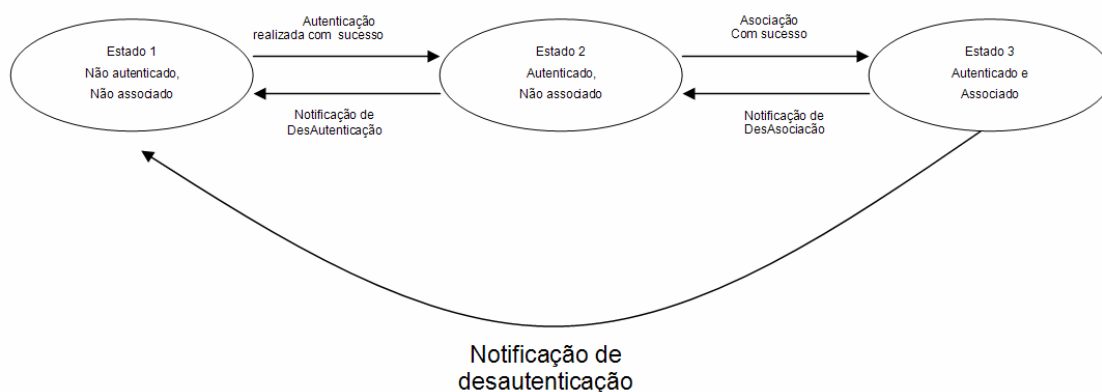



Figura 5. Processo de autenticação.

Na transição pelos diferentes estados, ambas as partes (cliente e AP) trocam a mensagem chamada "*management frames*". O processo que realiza um cliente sem fio para

encontrar e associar-se com um AP é o seguinte:

Os APs transmitem *beacon Frames* a cada certo intervalo de tempo fixo. Para associar se com um AP e juntar-se a uma rede em modo infra-estrutura, um cliente procura e escuta os *beacon Frames* para identificar os Pontos de Acesso. O cliente também pode enviar uma trama "*Prove Request*" que contenha um ESSID determinado para ver si respondem a um AP que tenha o mesmo ESSID.

Depois de identificar ao AP, o cliente e o AP realizam autenticação mútua, trocando vários *management frames* como parte do processo.

Depois de uma autenticação realizada com sucesso, o cliente passa ao segundo estado (autenticado e não associado).

Para atingir o terceiro estado (autenticado e associado), o cliente precisa enviar um quadro "*Association Request*" e o AP tem que responder com "*Association Response*", para então o cliente se converter em um *host* a mais da rede sem fio, habilitando-se a enviar e receber dados da rede.

3 *SITE SURVEY*

Para o funcionamento apropriado de qualquer implantação de rede sem fio, é preciso realizar um *Site Survey. O Site Survey* é uma inspeção minuciosa do local que será objeto da instalação de uma nova infra-estrutura de rede. Se já existe uma rede estabelecida, a avaliação dos resultados obtidos com esta metodologia permite melhorias da infra-estrutura já existente. Essa metodologia faz o levantamento da infra-estrutura necessária para a implantação de novas redes sem fio, de forma a maximizar a cobertura e eficiência existentes. Não basta apenas instalar e configurar os equipamentos, é essencial o desenvolvimento de um projeto que inclua um planejamento para sua implantação [11, 12, 13].

Uma importante premissa de qualquer instalação de redes sem fio é escolher o melhor local para posicionar um ponto de acesso (AP). Para atender essa finalidade, é necessário realizar um *Site Survey.* Uma inspeção dessa natureza permitirá a instalação ótima de uma rede sem fio, ou WLAN, de forma a maximizar a área a ser coberta da maneira mais eficiente possível.

O *Site Survey* é um procedimento obrigatório, já que assim se pode calcular a área de cobertura da provável para a instalação da rede sem fio, e, principalmente, analisa como essa área pode ser caracterizada do ponto de vista de propagação, viabilizando detectar as barreiras e fontes de interferência. Para esse levantamento, são utilizadas ferramentas de análise como o *Netstumbler*[14], além da utilização de Pontos de Acesso, computador portátil ou computador com placas PCMCIA, entre outras estratégias. Para garantir um resultado muito próximo da realidade, os equipamentos utilizados no levantamento deverão ser semelhantes, ou até mesmo, se possível, no padrão especificado para a utilização no projeto, e assim atingir resultados similares quando na implantação.

A familiaridade obtida com as peculiaridades levantadas durante esse procedimento se traduz em uma melhor utilização dos recursos, configuração bem sucedida e uma melhor localização física dos dispositivos da rede.

Podem-se considerar dois cenários para usar *Site Survey* em redes sem fio:

Site Survey Indoor: é o estudo realizado para identificar a melhor localização dos AP e outros equipamentos adicionais, que possam fazer parte do sistema de transmissão e recepção, para assim ter a maior cobertura da rádio-freqüência (RF). Além disso, torna-se necessário fazer uma análise da interferência do canal, na qual é possível utilizar ferramentas de análise, tal como o *Netstumbler*. Os equipamentos utilizados são basicamente um *notebook*, um *Access Point* e um cartão PCMCIA (no caso de se utilizar um *desktop*).

Site Survey Outdoor: para esse procedimento, os pontos de rede são localizados e a possibilidade de visão direta entre os pontos de acesso é conferida, identificando-se a existência de algum tipo de obstáculo. Para viabilizar esse passo, é necessário:

1. possuir uma caracterização física do local;
2. determinar a melhor área de cobertura de rádio freqüência;
3. estabelecer o posicionamento, a montagem dos AP e as antenas a utilizar, bem como proceder aos testes para consignar as perdas, atrasos, para ajustar o posicionamento das antenas.

O *Site Survey* é realizado normalmente durante a avaliação do projeto, seja no planejamento de uma infra-estrutura de rede, ou na sua modificação, e na instalação de equipamentos de redes *sem fio*, de forma que se maximize a cobertura e eficiência e se reduzam os custos de investimento do projeto.

O principal objetivo de um *Site Survey* é assegurar que o número, localização e configuração dos pontos de rede forneçam as funcionalidades requeridas e propiciem um desempenho compatível com o investimento proposto no projeto. Os procedimentos envolvidos na metodologia visam dimensionar adequadamente o local para a instalação dos equipamentos e cabos (redes estruturadas) ou de pontos de acesso (redes sem fio), permitindo que todas as estações possam ter qualidade nas conexões e obtenham total acesso às aplicações disponíveis na rede [15].

Para tanto, é necessário executar um conjunto de etapas específicas que permitam o levantamento das informações necessárias que serão descritas nas seções a seguir.

3.1 Realização de um *Site Survey*

Um *Site Survey* de qualidade é capaz de identificar a ausência de sinal em determinado local, realizando um adequado plano de passos. Não existem etapas fixas para realização de um *Site Survey*, pois varia de acordo com o local estudado. Entretanto, é importante ter um modelo como guia.

Existem instruções básicas que podem orientar a realização de um estudo minucioso do local como se mostram nos seguintes parágrafos:

1. **Definição de requisitos da rede**. Entrevistar vários usuários para avaliar os locais onde deve ser feita a cobertura e compreender melhor o propósito da rede a ser instalada.

2. **Conseguir uma planta do local**. Para detectar as zonas escuras do local (zonas de muito ruído) e os obstáculos que interfiram na qualidade da rede, determinar uma atenção especial nessa etapa. Caso as plantas não estejam disponíveis, devem-se ilustrar os diferentes espaços envolvidos identificando fundamentalmente a localização de paredes, portas, e outros obstáculos a considerar.

3. **Percorrer fisicamente as instalações**. Para assim conferir o encontrado no segundo passo, detectando os obstáculos de possível interferência como, por exemplo, paredes espessas de metal, portas, quantidade de paredes do local.

4. **Determinar uma posição preliminar para cada ponto de acesso**. A definição das zonas de maior concentração de computadores é importante para a definição da área de cobertura

5. **Detecção de interferências.** Para dimensionar as possíveis fontes de interferências que possam impedir com o bom funcionamento da rede, é conveniente no momento dos testes, ligarem todos os equipamentos que possam ser fontes de interferências.

É necessário ter um analisador de espectros ou outro equipamento com alguma capacidade deste nível que possibilite essa análise. Possíveis fontes de interferência para uma rede IEEE 802.11 são dispositivos *Bluetooth* ,fornos de microondas, telefones sem fios que operem na banda dos 2.4 GHz, ou outras redes sem fio que operem na mesma área de cobertura da rede que vai ser instalada, já que ela pode contribuir para o mau funcionamento da mesma.

6. Planejamento de freqüências. Além da detecção de interferências é fundamental efetuar um bom planejamento das freqüências para os APs. Os APs vizinhos interferem entre si. Conseqüentemente, estes devem estar em canais diferentes, preferencialmente ortogonais (canais não sobrepostos). O espectro de radio freqüência é dividido em faixas, as quais são divididas em freqüências menores chamadas de canais. Em meados dos anos 80 - o FCC (*Federal Communications Comission*) e as bandas ISM *(Industrial, Scientific and Medical*) alocaram as seguintes bandas 902-928 MHz, 2, 4-2, 4835 GHz, 5,725-5,85 GHz ás redes sem fio.

As bandas ISM têm freqüência para uso comercial e sem necessidade de licença estas são as utilizadas por os telefones sem fio domésticos, microondas, redes sem fio, ou os dispositivos *Bluetooth*, por exemplo, [16].

Cada um dos 11 canais alocados ao IEEE 802.11 tem uma amplitude de banda de 22 Mhz, e a gama de freqüências disponível vai de 2.412 GHz até 2.462GHz como é mostrado na Tabela 2. Canais em que opera a freqüência 802.11.

.

Canal	Freqüência GHz
1	2.412
2	2.417
3	2.422
4	2.427
5	2.432

6	2.437
7	2.442
8	2.447
9	2.452
10	2.457
11	2.462

Tabela 2. Canais em que opera a freqüência 802.11.

Dentre as muitas dificuldades encontradas na implementação e na utilização e uma rede sem fio, as interferências eletromagnéticas são um fator em destaque que podem vir a atrapalhar ou até mesmo inviabilizar o seu funcionamento.

Na banda de freqüência ISM, as normas IEEE 802.11 b e g definem 11 canais de operação com uma largura de banda de 20 MHz e uma separação entre suas freqüências centrais de 5 MHz.

A Figura 6 apresenta um esquema com os 11 canais definidos pelas normas 802.11 "b e g" na banda ISM. Pode-se perceber mais facilmente pela figura que os canais adjacentes apresentam certo nível de sobreposição espectral. Como os canais não são completamente isolados no espectro de freqüência, todas as redes 802.11 que utilizem canais com algum nível de sobreposição podem sofrer problemas de interferência. Apenas três canais, os canais 1, 6 e 11, não apresentam sobreposição e podem ser utilizados ao mesmo tempo por redes distintas em uma determinada região sem que ocorra uma interferência.

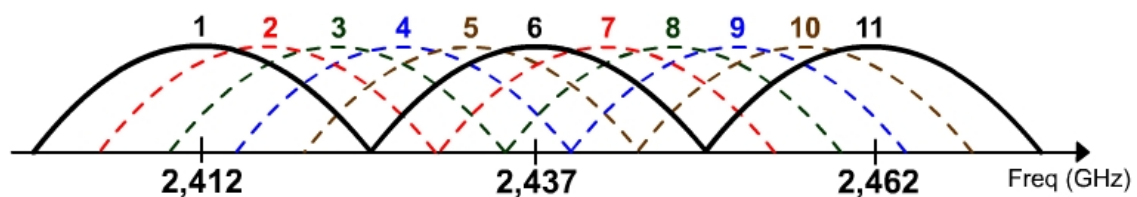



Figura 6. Canais sobrepostos.

O problema da sobreposição espectral gera uma grande restrição para as técnicas de alocação de canal nas redes 802.11, uma vez que existe um número muito limitado de canais não interferentes disponíveis para o uso. Essa escassez de canais disponíveis limita o número de redes que pode coexistir na mesma região sem a geração de interferência mútua.

7. Posicionamento das antenas. As antenas são de fundamental importância para transmissão e recepção de sinais eletromagnéticos. As antenas podem ser classificadas em dois tipos básicos: direcional e omnidirecional. As antenas usadas por redes sem fio serão detalhadas a seguir:

- **Antenas Direcionais**. Uma antena direcional, ou diretiva (Figura 7), é uma antena capaz de concentrar a maior parte da energia radiada de maneira localizada, aumentando a potência emitida para o receptor desde a fonte desejada e evitando interferências introduzidas por fontes não desejadas. As antenas direcionais, como o próprio nome refere, são usadas para comunicação entre pontos específicos, irradiando a maior parte da energia eletromagnética em uma ou mais direções. Ou seja, são usados para uma comunicação ponto-a-ponto ou multi-ponto, pois transmitem e recebem mais sinais eletromagnéticos em um sentido que em outro, proporcionando uma melhor qualidade, eficiência e alcance do sinal. As antenas que possuem um ganho mais elevado terão uma menor largura do feixe de cobertura da antena. As antenas direcionais possuem ganho maior que as omnidirecionais. Dessa forma, em alguns casos, o uso da antena direcional poderá reduzir o número de pontos de acesso dentro de um prédio. Outro bom exemplo é o uso de antenas direcionais para fazer a ponte entre prédios.

Figura 7. Antena Direcional.

Essas antenas concentram os sinais em uma única direção, com ângulo de irradiação bastante fechado, ficando aproximadamente entre 3 e 20 graus, de forma a cobrir uma área bastante restrita.

- **Antena Omnidirecional**. As antenas omnidirecionais (Figura 9), presentes na grande maioria dos pontos de acesso, irradiam energia uniformemente em um plano, que é geralmente o plano horizontal paralelo a superfície da Terra, ou seja, 360º no plano horizontal. Pode-se referir à antena omnidirecional como uma antena principal que serve para distribuir o sinal eletromagnético para outros computadores e dispositivos em uma rede Wi-Fi.

Poder-se-ia usar duas antenas omnidirecionais para um sistema de comunicação ponto-a-ponto, mas isto não é recomendado, por não ser necessário distribuir o sinal eletromagnético em todo o ambiente ao redor, sendo somente necessário levar o sinal de um ponto A até um ponto B.

O ganho, em unidades de decibéis (dBi), define a amplificação do sinal recebido pela antena. Portanto, quanto maior o ganho, maior é a intensidade do sinal que chega até a placa de rede. Antenas omnidirecionais têm ganhos entre 2dBi e 10dBi, enquanto que as antenas direcionais têm ganhos entre 3dBi e 24dBi, sendo que as antenas parabólicas apresentam ganhos em torno de 24dBi.

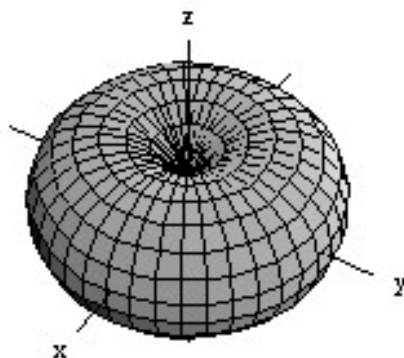



Figura 8. Diagrama de Irradiação de uma antena omnidirecional.

Figura 9. Antenas omnidirecionais.

8. Mecanismos de segurança. Para ter uma melhor utilização das redes sem fio, é recomendável ter uma boa segurança habilitada. Os mecanismos de segurança mais utilizados por usuários são: ocultar o SSID, filtragem de endereços MAC, WEP, WAP e WAP2. Essa escolha ocorre, pois a maioria dos usuários desconhece outros mecanismos, ademais, muitos pontos de acesso não suportam outros mecanismos.

A conexão entre os computadores em uma rede é feita através de cabos. O acesso à rede, ou a interceptação da informação nela trafegada, só é possível através de um acesso direto aos cabos dessa rede. Partindo dessa premissa, o controle sobre o uso da rede é relativamente fácil. Já em redes sem fio, nas quais a comunicação é feita pelo ar, diante da vulnerabilidade, a segurança se torna mais importante. Na ausência de um mecanismo de segurança, qualquer indivíduo - com uma antena e um receptor de rádio sintonizado na

freqüência correta - pode interceptar a comunicação ou utilizar os recursos dessa rede.

Segurança em redes sem fio. Para garantir a segurança das informações trafegadas nesse meio, muitos protocolos foram, e outros ainda estão sendo, desenvolvidos, utilizando-se tecnologias de criptografia e autenticação para garantir a segurança dos dados. A seguir, são detalhados alguns dos protocolos que contribuem para o funcionamento das redes sem fio, com segurança [17].

Existem vários mecanismos segurança disponíveis nos pontos de acesso atuais que dificultam invasões às redes sem fio. A seguir, estão detalhados os mais importantes.

- ***WEP:*** primeiro mecanismo de segurança criado para redes sem fio 802.11 (Wi-fi). No WEP, o administrador da rede cria uma senha (chave), que deve ser compartilhada com todos os usuários da rede. O usuário é autorizado a utilizar a rede somente após a digitação dessa senha. O WEP possui inúmeras falhas que o tornam vulneráveis, portanto, deve ser a alternativa selecionada apenas em último caso.

- ***WPA***: criado para solucionar as falhas do WEP e, ao mesmo tempo, continuar compatível com os equipamentos (*laptops*, PDAs, etc) presentes no mercado. Assim como o WEP, esse recurso faz uso de chaves pré-compartilhadas. Entretanto, ainda possui falhas de segurança.

- ***WPA2:*** é o mecanismo mais completo e seguro. Utiliza chave pré-compartilhada. Alguns equipamentos não suportam o uso do WPA2. Sempre que possível, deve ser o mecanismo de segurança escolhido.

WEP, WPA e WPA2, através da técnica de chave compartilhada, limitam o uso da rede apenas aos usuários possuidores das senhas. Com isto, eles trabalham para evitar o acesso irregular. As chaves usadas nos três mecanismos também são usadas para proteger as mensagens enviadas pelos usuários, provendo integridade e privacidade (todos) e autenticidade (WPA e WPA2).

- **Filtro de MAC:** as placas de rede apresentam identificadores únicos, chamados “endereços MAC”. É comum que os AP tenham uma funcionalidade chamada “Filtro de MAC”, no qual é possível listar os endereços MAC de todos os computadores que podem se associar a ele. Esse mecanismo não exige digitação de senha por parte do usuário. Embora seja freqüentemente usado para controle de acesso, é bastante frágil, apresentando defeitos com facilidade. Além disso, não oferece proteção contra interceptação dos dados.

9. Metodologia e software de apoio para instalação ótima dos pontos de acesso para maximizar o número de usuários. É necessário colocar o AP na melhor posição para que irradie os locais em que se deseja obter maior cobertura. Para isso, é fundamental se testar a posição preliminar por meio de *software*, e, assim, avaliar se o alcance da cobertura e do rendimento foi o esperado. Caso o resultado não esteja dentro do planejamento, é preciso proceder ao reposicionamento dos pontos de acesso para alcançar melhores coberturas e rendimentos.

4 Trabalhos Relacionados

A instalação de uma rede sem fios não pode ser feita de forma indiscriminada, sendo necessário seguir um conjunto de passos ou procedimentos que visam obter um diagnóstico criterioso da localização. A clara definição desses procedimentos conduz à metodologia de *Site Survey*.

Depois de descritos os conceitos gerais sobre como e para quê é feito um *Site Survey*, serão descritos alguns trabalhos em que foram realizados exemplos de *Site Survey*, como o projeto de rede sem fio que especifica acerca de *Site Survey*, descrevendo a metodologia de mensuração de APs e o equipamento construído para essa finalidade**.**

Fraiha SGC et al [18] (2008) mostram que a presença de interferência provoca problemas de desempenho nas redes, afetando parâmetros que ditam a qualidade de serviço da mesma, assim o trabalho descreve uma metodologia para projeto de redes sem fio baseada em medidas de potência e parâmetros de qualidade de serviço (QoS). As medições desse trabalho foram realizadas em duas etapas: na primeira etapa, considerou-se apenas um transmissor presente no ambiente de medição; na segunda etapa, foi instalado outro transmissor (na mesma freqüência do primeiro) para testar o comportamento da rede na presença de interferentes. Os resultados obtidos através das medidas foram analisados por um Qualificador de Rede (QR) o qual é usado para determinar a área de cobertura do ponto de acesso.

$$QR = \frac{\sum A}{\sum T} \times 100\%$$

Nessa equação, *A* trata-se do número de amostras que estão dentro do valor de limiar padronizado pelo ITU-T e *T* o número total de amostras coletadas.

Nosso trabalho utiliza *Best Place*, que é um software que captura os *beacon frames* - uma informação disponibilizada pelos AP’s. Esse *frame* é enviado, avisando que está presente, e, com esta informação, se calcula a melhor posição ou cobertura do AP.

Zvanovec, Pechac e Klepal [**19**] (2003) mostram as vantagens e desvantagens

existentes nas duas maneiras existentes para encontrar pontos de acesso (APs) LAN sem fio em um cenário *indoor*: a forma manual utilizando-se o estudo de local (*Site Survey*) baseado em medições empíricas ou planejamento com uso de um *software* com a construção de modelos de sinais de propagação. São propostas as diferenças entre uma rede limitada a uma pequena área, onde a medição pode ser realizada de forma artesanal, e uma rede mais ampla na qual um procedimento mais preciso de pesquisa é requerido para assegurar cobertura suficiente e funcionalidade da rede. O *Site Survey* é considerado indispensável para testar a existência de redes sem fio, medir informação, analisar e otimizar o local de pontos de acesso que ofereça cobertura suficiente e QoS (*Quality of Service* – qualidade de serviço) Com o resultado desta análise, o posicionamento de AP`s pode ser modificado caso haja necessidade. Um *software* que usa um modelo de propagação é considerado conveniente em tecnologia e custo, pois testa configurações diversas da rede para determinar uma solução ótima.

Os modelos são primariamente baseados na teoria de propagação de ondas eletromagnéticas; a maior parte dos modelos conhecidos, como o traçado de raio ou lançamento de raio é baseado no sistema ótico geométrico, isto é, a abordagem de modelo determinístico. Algumas simplificações levaram à visão da propagação de ondas de rádio como raios ópticos.

A abordagem de modelo empírico (ou semi-empírico) é primariamente baseada em medidas representativas processadas estatisticamente, tendo como exemplos mais populares os modelos *One-Slope e Multi-Wall*. O primeiro (ISM) é a forma mais fácil de computar o sinal médio dentro da construção sem conhecimento detalhado do *layout* do prédio, por meio de uma função entre sistemas transmissores e receptores. O segundo é o MWM (*Multi-Wall Model)* permite maior precisão em relação ao anterior e os resultados são limitados ao local, mas ao mesmo tempo, uma descrição da planta é demandada como *input.*

Os autores usam uma abordagem manual, ou seja, se deslocando entre os ambientes para realizar as medições, sem a automatização feita por um software como no *BP*. Um *design* inicial é testado, usando-se o *Site Survey*. A partir de iterações experimentais auxiliadas por medições, locações satisfatórias de APs são determinadas. Portanto, apontam os autores a medida por si mesma não é um processo que poderia ser desenvolvido por um usuário não especializado. Variações de espaço e tempo assim como a orientação das medidas influenciam

os resultados.

Conclui-se que os dois métodos para o *design* de áreas amplas de rede as formas de pesquisa de local e plano de *software* são descritas e comparadas elegendo o sistema baseado no modelo de propagação é uma abordagem preferível para áreas amplas de redes sem fios em cenário *indoor* com soluções efetivas em custo e tecnologia. Nosso *software* é uma ferramenta com código aberto e de fácil uso, para que as pessoas com um conhecimento não técnico possam decidir ou calcular qual é a melhor posição para a colocação de um AP.

O trabalho de Paes de Oliveira, Lopes Campos [20] descreve um recurso vinculado a modelos de propagação onde pode contribuir decisivamente para um projeto flexível e rigoroso, substituindo em grande parte a fase de recolha de medidas no terreno. Deste modo, este trabalho visou o desenvolvimento de uma aplicação capaz de utilizar modelos de propagação para simular localizações e prever níveis de sinal para as mesmas, dotando o *Site Survey* de uma ferramenta útil para a tomada de decisão no momento do projeto e reformulando as suas etapas *standard* de forma a tirarem partido dessa capacidade de simulação. Em nosso caso nós não utilizamos simulação, utilizamos o próprio ISS da placa sem fio como nível de sinal.

O uso dessa aplicação permitiu caracterizar ambientes de propagação, refinar parâmetros dos modelos para diferentes edifícios e fornecer uma valiosa ajuda na elaboração e análise de projetos de redes sem fio IEEE 802.11b, sendo que todas estas medidas são simuladas e as medições estabelecidas.

5 O software Best Place - BP

O presente capítulo apresenta a ferramenta de apoio ou remanejamento dos pontos de rede existentes. É uma ferramenta constituída por um *software* (BP) e a respectiva metodologia para sua aplicação (*Site Survey*).

O software BP foi criado com a finalidade de facilitar a escolha do local de instalação dos pontos de acesso nas escolas piloto do projeto UCA espalhadas pelo Brasil. Com essa ferramenta, uma pessoa sem conhecimentos técnicos profundos se torna capaz de realizar um *Site Survey* simplificado de uma rede, mas totalmente eficiente, utilizando os equipamentos que serão fornecidos às escolas pelo governo.

Como o governo federal ainda não definiu o modelo de *laptop* que será distribuído às escolas, o projeto RUCA 2 optou por customizar o software para operar em *laptops* XO (desenvolvidos pela OLPC), os únicos modelos de que o Laboratório MídiaCom dispõe em quantidade suficiente. No entanto, por ser uma ferramenta de código aberto, escrita em python e gtk [21] e desenvolvida para funcionar em sistemas GNU/Linux, esse software pode ser facilmente modificado para operar com outros modelos de *laptops*, ou melhorado, caso haja necessidade.

5.1 Motivação

Como o projeto RUCA 2 foi o encarregado de estudar como estruturar as redes de computadores das escolas públicas do Brasil, e uma das tarefas do projeto foi criar uma metodologia e um software de apoio (BP) para enviar a todas as escolas integrantes do processo, já que se constitui em uma medida de alto custo enviar um técnico especializado para fazer o *Site Survey* com a finalidade de encontrar o melhor local para a instalação o AP de cada rede.

Deriva dessa razão uma das principais motivações para o desenvolvimento um software

para encontrar o melhor local para colocar um AP de uma rede infra-estrutura sem fio das escolas públicas do Brasil. Daí demanda a necessidade de se desenvolver uma ferramenta gratuita e de código aberto para posicionamento de um AP, tornando ágil e simples o processo de indicação do melhor posicionamento do AP. Para isto utilizaram-se os *beacon frames* enviados através dos pontos de acesso.

O software proposto permite instalar pontos de acesso - e essa era uma tarefa técnica, normalmente usada por pessoas com conhecimentos de redes - por profissionais (professores e área administrativa) das escolas, que dificilmente dominam este conhecimento. O AP normalmente é uma novidade para leigos, mas o BP é uma ferramenta de fácil utilização, dando a oportunidade de facilmente selecionar um local onde vai ser instalado o ponto de acesso. O BP, embora seja simples de ser usado, é acompanhado de um manual para auxiliar o uso do software, garantindo sua perfeita utilização.

5.2 Objetivo

O objetivo principal da criação do software de posicionamento BP é facilitar o processo de instalação das redes sem fio nas escolas públicas do Brasil, dispensando a complexa alocação de pessoal qualificado para fazer esse trabalho, bem como de empresas especializadas pela utilização de um *software* comercial de posicionamento de AP, provendo as escolas de um manual de instalação de redes sem fio (*Site Survey*) e de um software de código aberto capaz de ser modificado e manipulado com facilidade, constituindo-se, assim, em uma boa opção para redução dos custos do projeto, sem perda de qualidade e eficiência.

5.3 Metodologia

Para instalação de uma rede com fio, segue-se a metodologia do cabeamento estruturado, uma metodologia que prevê a criação de um ponto central (*wiring closet*) de onde são derivadas todas as conexões para os diversos locais onde se deseja pontos de rede, e a interligação dos *wiring closets* para a criação da rede. No caso das redes sem fio, o método

exige a colocação de pontos de acesso em locais estratégicos, de forma a possibilitar que a interface de rede sem fio dos computadores tenha acesso à rede dos diversos locais onde se prevê o uso da rede e seu melhor funcionamento para cada local.

As redes sem fio são extensões das redes com fio e precisam delas para interligar os diferentes pontos de acesso. Assim, é necessário escolher um local bom para que tais pontos de acesso cumpram os requisitos da implantação da rede numa determinada escola.

Todos os APs têm sua própria configuração que, no caso proposto, foi o roteador sem fio linksys WRT54GL [22], configurado como mostra a parte do anexo 2 (Configuração do AP). Vale ressaltar que, embora o equipamento seja um roteador, ele cumpre também a função de AP.

Um aspecto muito importante é a definição dos pontos estratégicos para instalação dos APs. Para tal, seguem-se várias recomendações práticas como, acesso a energia elétrica, proximidade de um ponto de rede cabeado e facilidade de acesso. Os pontos de rede *sem fio IEEE* 802.11 podem ser instalados em diversos locais, entretanto, a escolha dos locais deve ser otimizada para melhor área de cobertura.

Com os aspectos citados anteriormente, é preciso verificar quais são as necessidades da cada uma das escolas, e fazer um *Site Survey* seguindo os passos apontados por este trabalho para melhorar o rendimento da rede. São verificados os locais onde a rede é mais usada e, se possível, pesquisado um padrão de movimentação das pessoas para que a rede seja adaptada de acordo com o horário do dia, ou outro fator temporal, para se obter dados reais. Esse conjunto de dados coletados fornece as necessárias informações para chegar à melhor posição do AP.

5.4 Especificações do hardware e *Software* utilizado

A seguir, serão definidas as características mais importantes da ferramenta de posicionamento *software* BP. Inicialmente é brevemente explicada a plataforma em que a aplicação é executada, devidamente justificada em sua escolha para o posicionamento do AP num melhor local; também são destacados os necessários hardware e software; a seguir, são exemplificados os casos de uso para, finalmente, se proceder a uma análise da relação custo/beneficio.

5.4.1 Especificações do hardware utilizado

O protótipo B2 – XO [23] é um protótipo de *laptop* que, em conjunto com outros protótipos do mesmo tipo, criam redes em malha sem fio, que permite o acesso à Internet com apenas um ponto de conexão, comunicando-se facilmente com os demais XOs. A rede sem fio com topologia *mesh* tem maior abrangência do que a usada em *laptops* padrão, tornando possível conversar com outros pares vizinhos sem a instalação de infra-estrutura adicional.

XO é a denominação do *laptop* adotado pelo projeto, compatível com seu usuário – crianças - e conhecido como "*Laptop* de U$100", ou "Máquina das Crianças". Apresenta parâmetros próprios de resistência, menor consumo de energia e conectividade sem-fio, usando memória flash e rodando num sistema operacional Red Hat Linux com interface de usuário *Sugar.*

O sistema operativo "*Sugar on a Stick*", do *Sugar Labs*, pode correr desde um CD ou memória USB. A imagem ISO pesa 383MB, e se baseia em Fedora 11. A intenção é que estabelecimentos educativos usem esse *software* em qualquer computador, seja *laptop* ou *desktop*.

O sistema de arquivos é estruturado numa memória *flash* de 1GB de capacidade de armazenamento. O subsistema de rádio XO é integrado por um chip controlador 88W8388 *Marvell*, que contém um processador ARM e uma interface 802.11b/g.

As dimensões do *laptop* XO são 242 mm × 228 mm × 30 mm, com peso inferior a 1,5 kg e a configuração reversível através eixo central para reversão da tela, possuindo um gabinete com sistema de resistência à poeira e umidade. A freqüência do clock da CPU é da ordem de 433 MHz. A memória DRAM é de 256 megabytes de RAM Dinânima (DRAM), com taxa de dados Dual – DDR333 – 166 MHz.

5.4.2 Especificações do *Software*

Para o processo foi utilizado Python [24], que é uma linguagem de programação orientada a objetos, e que pode ser operada em qualquer plataforma de sistema operativo GNU/ Linux. A vantagem dessa linguagem é sua rápida execução e desenvolvimento das suas aplicações.

O software BP constitui-se de uma série de scripts desenvolvidos em python com diferentes funções cada um. Depois de instalado o BP, estes são executados quando o computador é ligado, estando sempre ativo, aguardando que a interface gráfica do BP envie para eles o comando a ser executado.

Para a realização dos testes, um *laptop* (ou *desktop*) precisará funcionar como "servidor" e os outros deverão se comportar como "clientes". Os clientes são espalhados pela área em que se deseja prover a cobertura, de forma a exercerem a função de medir a intensidade de sinal proveniente do ponto de acesso. Quanto maior a área de cobertura, mais *laptops* clientes devem ser usados.

Ao executar o programa no servidor, é enviada aos *laptops* clientes uma mensagem *multicast*. Essa mensagem contém o comando que inicializará a execução do programa em todos os *laptops* clientes para trocar a interface de rede de modo manager ao modo monitor.

Ao receber essa mensagem, os *laptops* clientes entrarão em modo monitor, que é o modo que possibilita à interface de rede capturar todos os pacotes que cheguem até ela. Após um minuto, a captura é finalizada e os *laptops* voltam ao modo convencional de operação (*managed*), se associando novamente ao PA. Simultaneamente, o programa utiliza a

ferramenta *Tshark* [25] para filtrar o campo de potência contido no cabeçalho dos quadros de *beacon frames* originários do AP em questão. Após a filtragem, a média dessas potências é calculada e essa informação, em conjunto com o número total de *beacon frames* capturados, é enviada ao *laptop* servidor.

O *laptop* servidor, ao receber os resultados dos clientes, faz a soma dos *beacon frames* e faz uma media da potência proveniente de todos os pontos de medição. Esses valores são apresentados em uma tabela *HTML* que pode ser vista através de um *browser* (navegador web).

Depois de terminada essa etapa, o AP deve ser instalado em outra localização para que uma nova bateria de medição seja feita. Assim, o processo de trocas de mensagens entre servidor e clientes se repete, e uma nova tabela com os resultados é obtida. O servidor compara esta tabela com as previamente existentes e define o melhor local para se posicionar o AP. Essa definição se baseia no maior número de *beacon frames* coletados entre os valores obtidos nas diferentes posições.

Resumidamente, o funcionamento do *BP*, para cada ponto de instalação do AP, segue as seguintes etapas. A Figura 10 (passos 1 a 4) e a Figura 11 (passos 5 a 7) ilustram essas etapas.

5.5 O Funcionamento

O funcionamento do software é descrito com exemplos e a interface gráfica, bem detalhado o passo-a-passo para que os usuários possam acompanhar o processo do *software* BP, tornando-os aptos a situar o melhor local para posicionar um AP.

5.5.1 Funcionamento detalhado

As redes nas escolas serão infra-estruturadas, mas oferecendo uma visão ampla das redes, uma vez que o software BP foi criado para suprir todas as necessidades de qualquer

rede, seja infra-estruturada ou *ad-hoc* (*mesh*).

5.5.1.1 Redes infra-estruturadas

Como o BP é uma ferramenta que pode ser utilizada em redes infra-estruturadas e redes *mesh.* O funcionamento da ferramenta é composto por sete passos quando se trata de uma rede infra-estrutura, conforme mostra a Figura 10 e a Figura 11:

1) Preenche os dados na interface gráfica como descrito na seção 2.6.1;

2) Estabelece (*laptop* servidor) conexão com o dispositivo de rede para se comunicar com os demais APs;

3) Envia (*laptop* servidor) instrução a todos os *laptops* (clientes);

4) Captura e processa a informação (*laptop*s clientes);

5) Envia (*laptops* clientes) para o AP a informação que foi capturada;

6) Envia (AP) para *laptop* (servidor) a informação dos *laptops* (clientes);

7) Exibe (*laptop* servidor) na tela os resultados da captura dos *laptop*s (clientes).

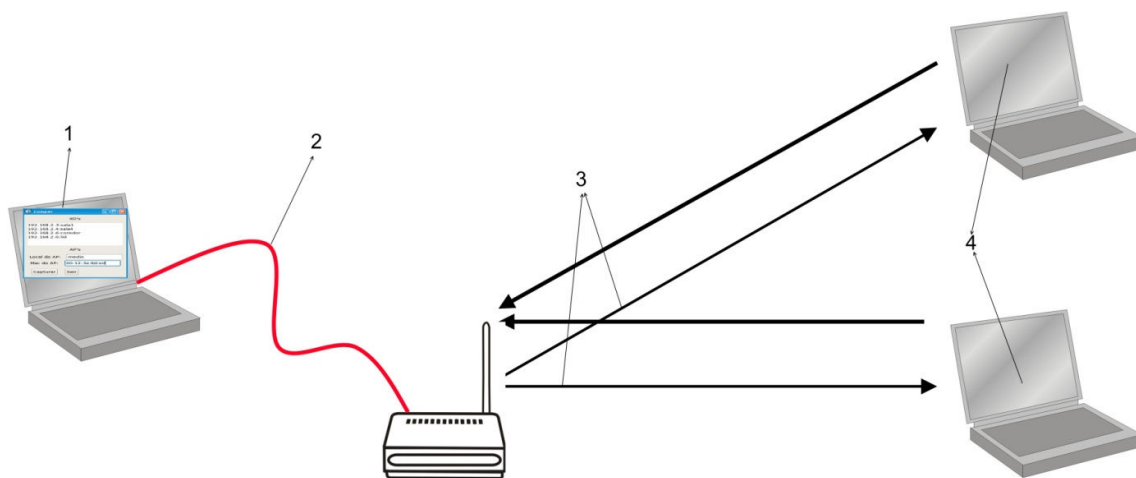



Figura 10. Funcionamento do BP, envio de dados em redes infra-estruturada

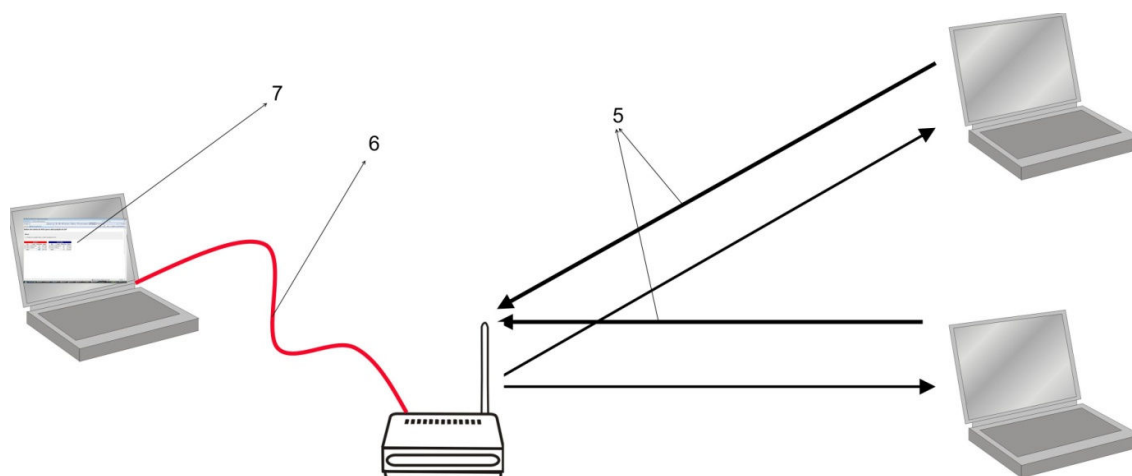



Figura 11. Funcionamento do BP, recepção de dados em redes infra-estruturada.

5.5.1.2 Redes *mesh*

O funcionamento do BP das redes *mesh* é mais simples, já que não é necessária comunicação com um ponto de acesso, como o mostra a Figura 12 e a Figura 13. Os passos são descritos a seguir:

1) Preenche os dados na interface gráfica;

2) Envia (*laptop* servidor) a todos os *laptops* (clientes) para captura de quadros de um AP;

3) Captura (*laptop* clientes) e processamento da informação;

4) Envio (*laptop*s clientes) da informação processada para o *laptop* (servidor).

5) Exibe (*laptop* servidor) os resultados na tela de um *browser*.

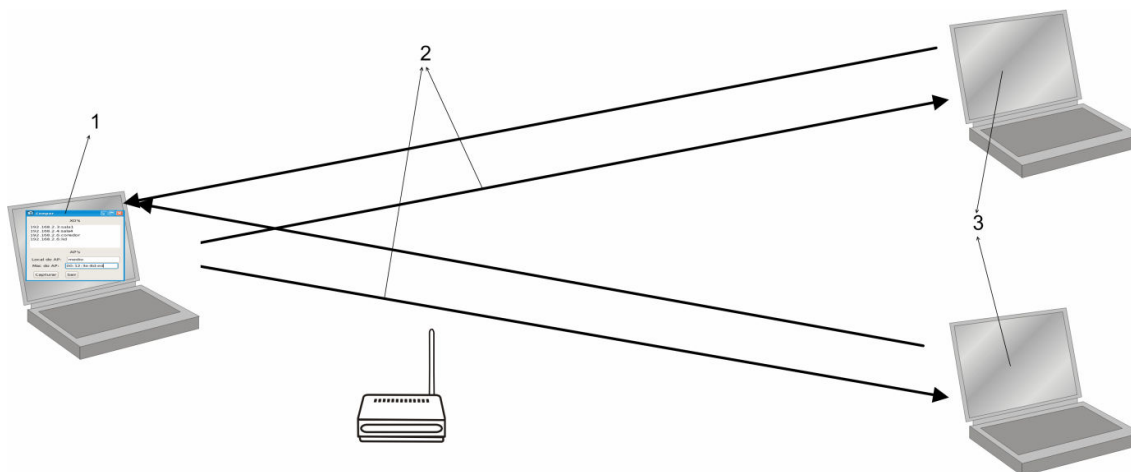



Figura 12. Funcionamento do BP, envio de dados em redes mesh

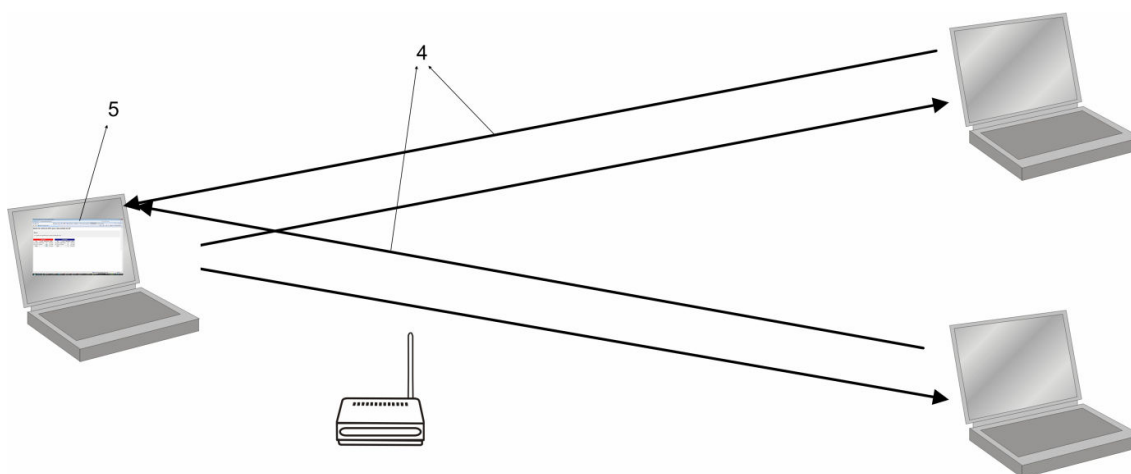



Figura 13. Funcionamento do BP, recepção de dados em redes mesh

5.6 Instalação

A princípio, qualquer computador com sistema operacional GNU/Linux pode utilizar o *BestPlace*. Para isso, é necessária apenas a instalação do software *Wireshark* [4], facilmente encontrada nos repositórios das principais distribuições GNU/Linux, e cópia de diversos scripts, com permissões adequadas, para os diretórios apropriados. Para o laptop servidor há apenas uma restrição: deve possuir interface gráfica desenvolvida em *gtk* (como o ambiente gráfico *Gnome*). Para utilização em sistemas que utilizam o KDE, é necessária a instalação da biblioteca python-gtk2.

Para instalar o *Wireshark e o* python-gtk2 em distribuições baseadas no RedHat (Fedora, CentOS, etc.), basta executar o seguinte comando:

$ yum install wireshark

$ yum install python-gtk2

A seguir, são listados todos os arquivos presentes no software *BestPlace* e as respectivas permissões e diretórios em que devem ser copiados.

Arquivo	Diretório	Tipo de Permissão
AplicInfo.py	/opt/BestPlace/	700
APLogParser.py	/opt/BestPlace/	700
Capbeacon	/usr/bin/	700
Capturar	/root/	700
Cat	/root/	700
Comper.py	/opt/BestPlace/	700
ComperMensagens.py	/opt/BestPlace/	700
ComperUtil.py	/opt/BestPlace/	700
daemonize.py	/usr/bin/	700
Dados.xsl	/opt/BestPlace/	700
DadosAP.py	/opt/BestPlace/	700
BP	/usr/bin/	700
BP-client	/usr/bin/	700

BP-dispatcher	/etc/NetworkManager/dispatcher.d/	700
XO.cfg	/opt/BestPlace/	700
XO.py	/opt/BestPlace/	700

Tabela 3. Arquivos, localização e permissão

Juntamente com o arquivo BestPlace.zip, que contém todos os arquivos acima, serão enviados o script BestPlace_INSTALL, que realizará todo o processo de instalação automaticamente e o script BestPlace_Remove, que realiza a desinstalação do programa. Para instalar o BP, é preciso copiar os três arquivos para a pasta /root e executar o seguinte comando no terminal:

$ sudo sh BestPlace_INSTALL

O usuário deve estar na lista de sudoers do sistema operacional, assim como o computador deve estar conectado a Internet no momento da instalação.

O programa foi customizado para funcionar em laptops XO. Caso se deseje instalar o BestPlace em uma máquina com sistema GNU/Linux baseado em Debian (Ubuntu, Kubuntu, Linux Educacional), por exemplo, é preciso editar as seguinte linhas do script BestPlace_INSTALL.

yum –y install wireshark

yum –y install python-gtk2

Trocar por:

apt-get –y install wireshark

apt-get –y install python-gtk2

Para executar o programa, digitar no terminal:

$ sudo python /opt/BestPlace/Comper.py

5.7 Interface Gráfica

Ao iniciar o programa *Best Place* no *laptop* servidor, surgirá na tela a janela mostrada

na Figura 14 que exibe a interface da ferramenta de simples entendimento, já que ela é feita para usuários leigos, exibindo alguns campos para preencher e realizar seu funcionamento.

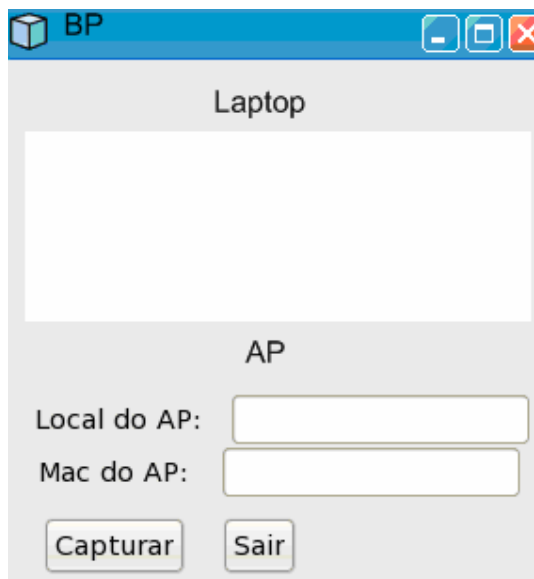
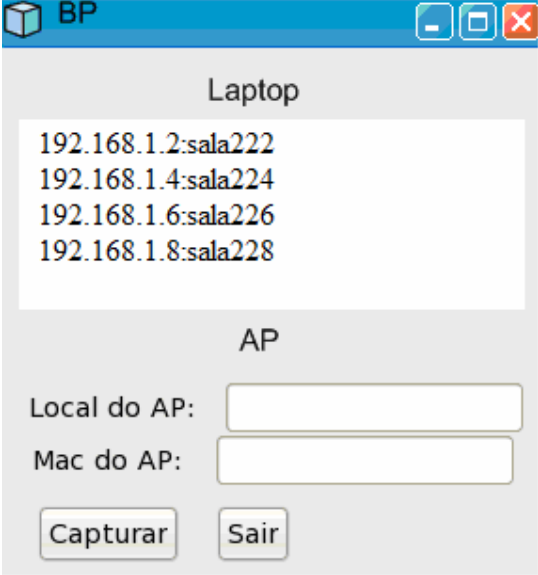



Figura 14. Interface do BP

5.7.1 Informação dos clientes

Para obter a informação dos clientes, é necessário definir a área objeto de estudo, quando é preciso ter acesso a cada cliente para obter a configuração das respectivas redes. A seguir, com essa informação, é preciso associá-la ao local onde se encontra.

No primeiro campo, o usuário deve informar a ferramenta informações de cada cliente (IP:local), que, no caso, são utilizados XOs. A informação solicitada é do IP de cada computador cliente seguida de dois pontos e o local onde vai ficar. Por exemplo, se os *laptops* possuírem a seguinte informação.

IP:Local

192.168.1.22:sala222

192.168.1.24:sala224

192.168.1.28: sala2226

192.168.1.27: sala228

O valor deverá ser inserido como mostra a Figura 15

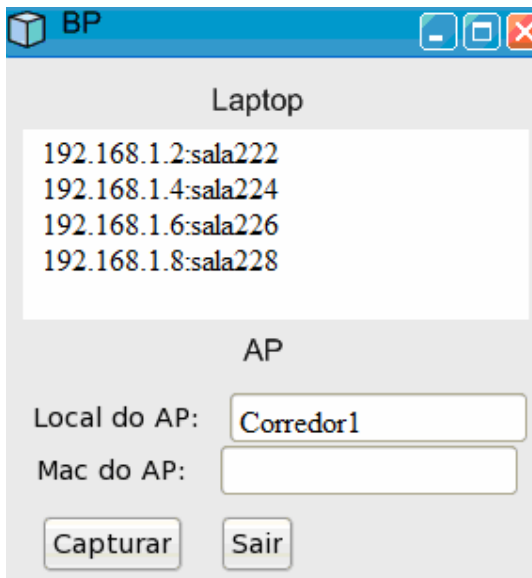



Figura 15. Informação dos *laptops*

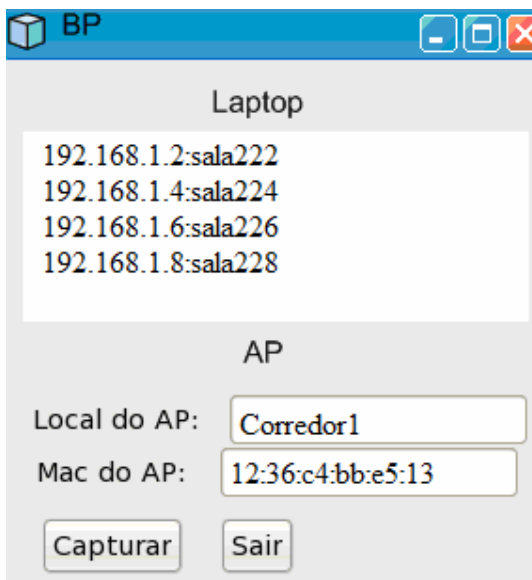
5.7.2 Informação do AP

No segundo campo, é preciso ter claro o local em que serão colocados os AP's para realizar as medidas pertinentes para seu posicionamento, procedendo-se a um *Site Survey* com a planta do local, sendo possível nomear o lugar exato onde está localizado o AP, com vistas a facilitar o entendimento do usuário. A informação é digitada pelo usuário no campo (Local do AP), como o exibe a Figura 16

Figura 16. Informação do local do AP

No terceiro campo, o AP já deve estar configurado (ver anexo 2 de configuração de AP) nesta configuração tem que anotar o respectivo endereço MAC do AP que será utilizado para filtragem dos quadros. Na interface é necessário digitar o endereço Mac do AP (Mac), como o exemplo da Figura 17.

Figura 17. Informação da MAC do AP

Depois de ter preenchido todos os campos, basta o usuário executar o botão “Capturar” para que o BP dê início a seu processo, desencadeando as etapas de execução da ferramenta.

Nesse momento, a janela do programa ficará travada, como mostra a Figura 18, e o usuário deverá aguardar alguns minutos até que os resultados sejam visualizados num *browser* Figura 19.

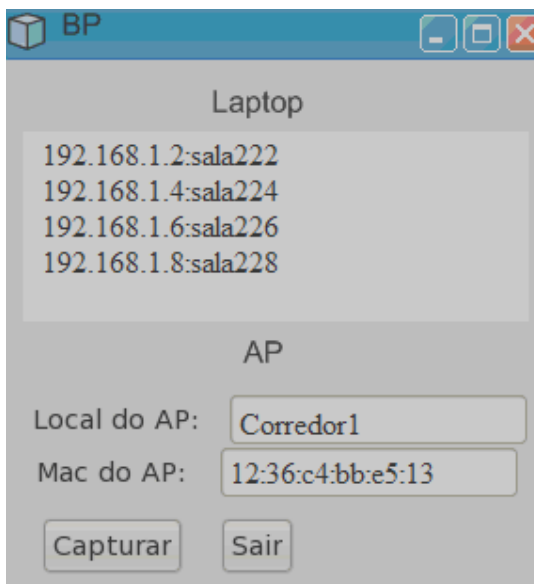



Figura 18. Janela travada.

O servidor envia o comando a todos os computadores (clientes) que fazem parte da rede de iniciar a captura dos quadros que contêm os *beacon frames* de um AP específico (MAC digitado anteriormente), sendo que cada um dos computadores captura e guarda individualmente os *beacon frames* com seu respectivo ISS.

A segunda fase trata do recebimento dos dados. Depois desta captura, todos os computadores enviam uma resposta ao servidor, ou computador central, que vai exibir os resultados em um *browser* (Figura 19), sendo dispostos em uma tabela os resultados obtidos, onde a tabela em vermelho indica a melhor localização do AP.

Corredor1			
Laptops	Local	Beacons	Sinal
192.168.1.2	sala222	498	146.199
192.168.1.4	sala224	501	154.234
192.168.1.6	sala226	407	146.305
192.168.1.8	sala228	455	155.342
Total		1861	602.08

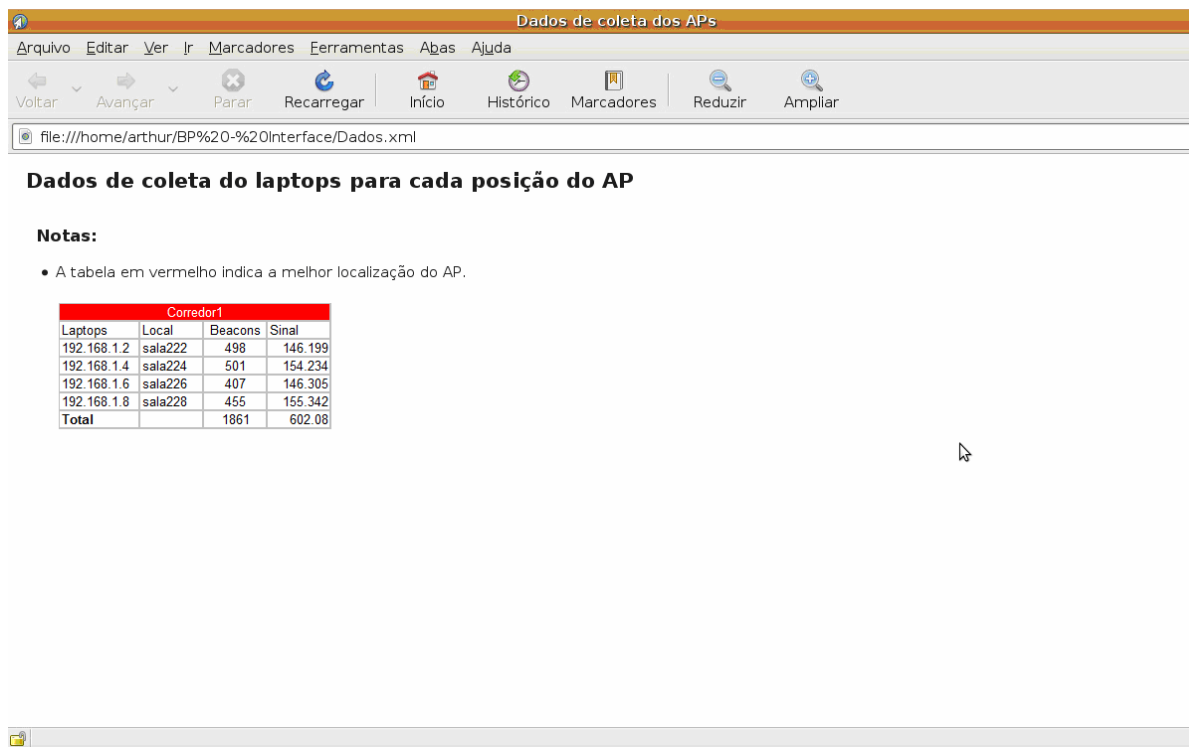



Figura 19. Resultado no browser posição 1.

O processo se repete para cada uma das posições escolhidas para colocar o AP inicialmente.

Depois de finalizada a bateria de medições, o usuário deverá trocar a localização do AP. A janela do programa permanecerá aberta e dispondo os dados escritos anteriormente, assim como os valores contidos nos campos “Dados dos *Laptops* (IP:Local)” e “Nome da rede”, que poderão ser reaproveitados. No entanto, como o AP nesse momento está em outro local, o campo “Local do AP” deverá ser preenchido com dados do novo local. Como exemplifica a Figura 20, o AP nesse momento estará localizado no segundo ponto do corredor, identificado pelo usuário por “Corredor p2”

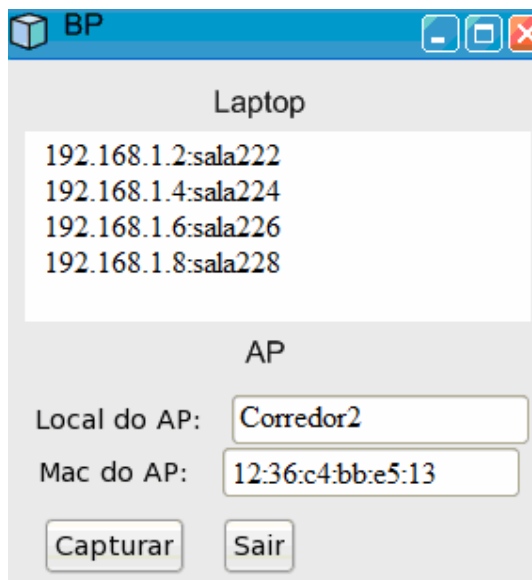



Figura 20. Segundo local do AP

Feita esta modificação, o usuário deverá digitar novamente a tecla "Capturar" para iniciar a nova bateria de medições e a janela ficará novamente escura, como o mostra a Figura 21.

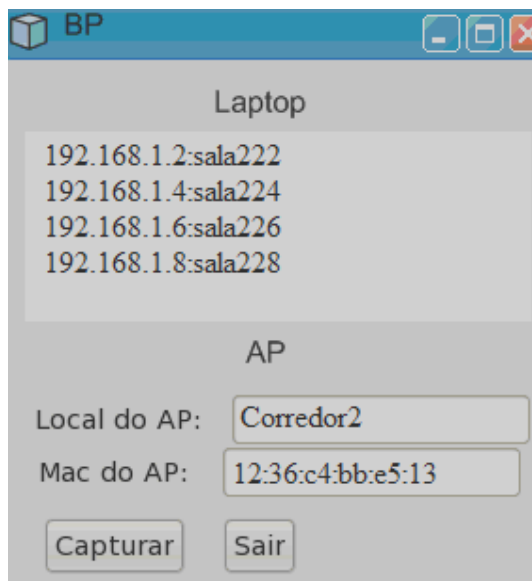



Figura 21. Janela travada 2

Após o tempo de execução das medições, quando a janela voltar à cor clara, o usuário terá a janela do navegador web atualizada com os novos resultados. Caso a janela tenha sido

fechada anteriormente, ela retornará ao finalizar as análises da captura dos testes, e apresentará os resultados após duas baterias de testes (dois locais de instalação do AP). Na Figura 22, pode-se notar que existem duas tabelas: uma, com o resultado obtido no ponto anterior; e, outra, com o resultado do ponto atual. Pode-se notar também, através da cor vermelha na primeira linha da tabela, que o ponto corredor2, foi escolhido pelo programa como o melhor ponto, dentre os dois testados, para se instalar o AP.

Portanto, é possível afirmar que, para usuários finais, o BP é uma ferramenta de fácil utilização.

Corredor1			
Laptops	Local	Beacons	Sinal
192.168.1.2	sala222	498	146,199
192.168.1.4	sala224	501	154,234
192.168.1.6	sala226	407	146,305
192.168.1.8	sala228	455	155,342
Total		1861	602,08

Corredor2			
Laptops	Local	Beacons	Sinal
192.168.1.2	sala222	542	153,356
192.168.1.4	sala224	566	162,345
192.168.1.6	sala226	499	152,267
192.168.1.8	sala228	522	154,456
Total		2129	622,424

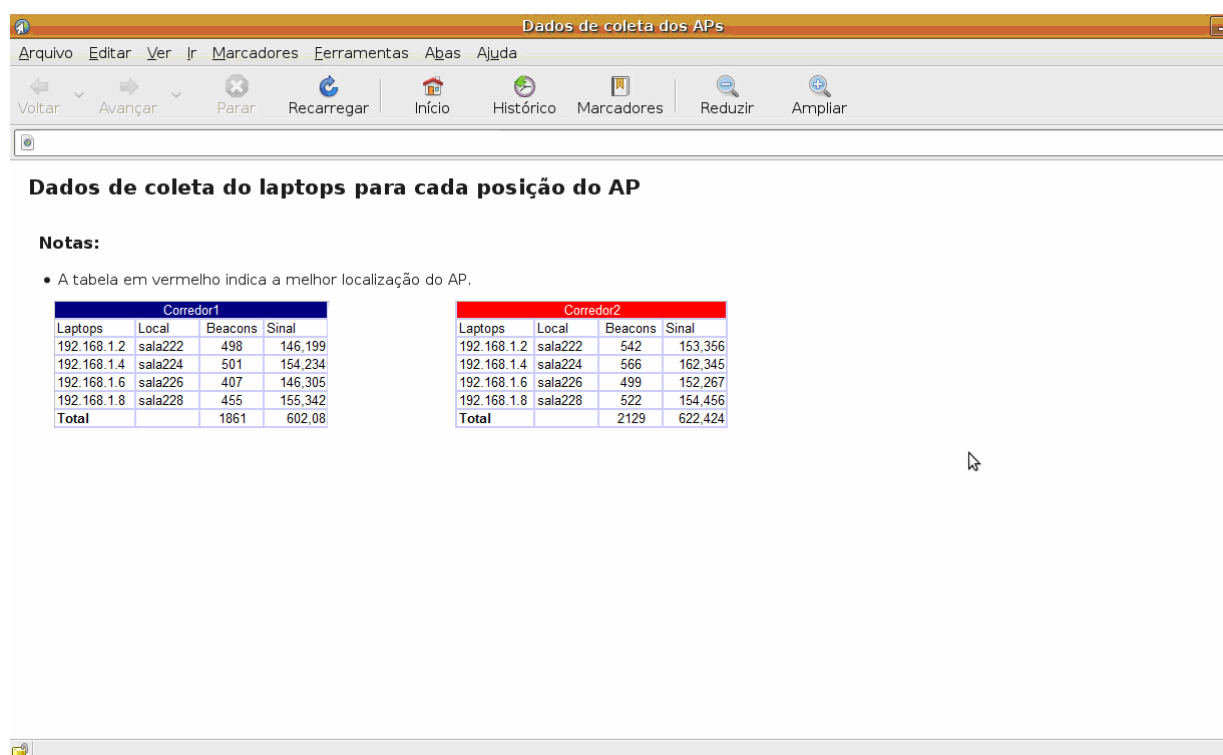



Figura 22. Resultado no browser posição 2.

5.8 Estrutura Interna da Ferramenta

A estrutura interna da ferramenta Bestplace está ilustrada na Figura 23.

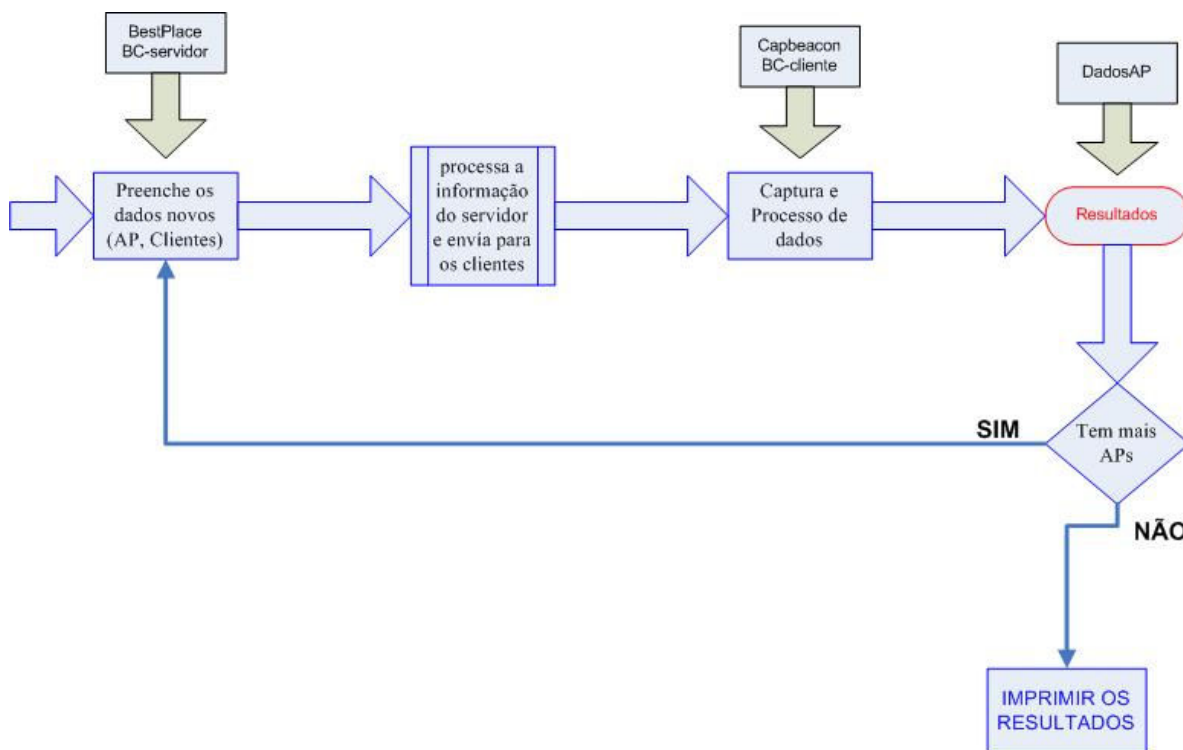



Figura 23. Estrutura interna do BestPlace

Inicialmente, o usuário acessa a interface principal da ferramenta implementada pelo arquivo “Bestplace”, nesta interface o usuário preenche todos os dados dos clientes e do AP. Quando são preenchidos os dados e o usuário clique no botão “Capturar” faz com que seja executado o script “BP-servidor” e envia as instruções em broadcast para os clientes que faz parte da mesma rede, para que execute umas instruções. Os clientes executando o “BP-cliente” rodam um script “capbeacon” e faz a captura correspondente á bateria de teste desse instante. Tal script envia a informação novamente para o servidor com a finalidade de exibir os resultados numa tabela no browser executando o script “dadosAP” e por ultimo o usuário final tem que imprimir os resultados.

6 Testes

Para a realização dos testes, foram analisadas as plantas dos locais dos testes, percorrendo-se esse local para escolher as possíveis posições iniciais para colocar o AP.

Foram realizados dois tipos testes:

O primeiro teste foi feito seguindo as possíveis posições encontradas, quando se analisou a planta do local. Nesse caso, os testes seriam feitos em uma topologia de rede infra-estruturada, e foram realizados nas salas de aula no segundo andar, bloco D, da Escola de Engenharia da UFF.

O segundo teste teve três objetivos: o primeiro foi testar o software BP em uma rede IEEE 802.11g com infra-estrutura; o segundo para localizar o melhor local para colocar um AP; e, como terceiro, validar o BP com o *Iperf,* que é uma ferramenta de analisador tráfego. Nesse teste o objetivo foi verificar a melhor posição para instalar um AP no quarto andar, bloco E, da Escola de Engenharia da UFF. Nesse teste, a diferença é que foi feito utilizando-se uma rede mesh IEEE 802.11s, já que em algumas escolas apresentam, em andamento, uma rede mesh, sendo somente necessário instalar o *BP* nos *Laptop* clientes e ligar o AP na posição já escolhida para realizar os primeiros testes.

6.1 Testes em redes infra-estrutura da IEEE 802.11g

Nesses testes, a finalidade era mais ampla e foram testados três fatores diferentes: verificar se o software BP estava apto a ser executado em uma rede infra-estruturada; conferir sem os dados dos *beacons frames* e ISS se o posicionamento do AP era coerente aos dados no teste anterior; e, por último, comparar a ferramenta com um analisador de tráfego.

Foram realizados todos os passos do estudo do local mencionados do capitulo 3, e depois se procedeu ao estabelecimento das posições prévias do AP, onde foram selecionadas

novamente quatro posições (Figura 24). A primeira posição foi ao final do corredor (1), a segunda foi na sala 238 (2), a terceira foi no centro do corredor (3) e a quarta posição foi na sala 230 (4). Já neste caso o AP estava configurado. Depois, foram distribuídos 6 *laptops* XOs na salas de aula onde se queria ter conectividade para esse local especifico de acesso à rede, como o mostra a figura.

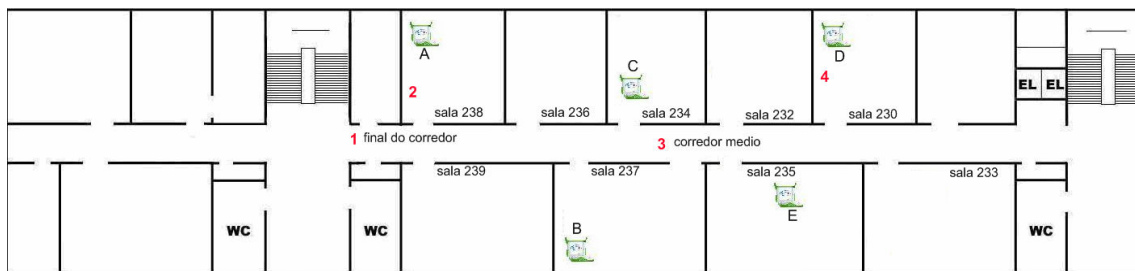



Figura 24. Planta do local do primeiro teste

Os XO foram distribuídos da seguinte maneira: foram escolhidos cinco locais de forma não uniforme para cobrir mais área, onde se colocariam os *laptop* XOs, tomando-se só a parte das salas de aula para realizar as respectivas medidas. Além disso, se conectou via cabo, na primeira porta LAN do AP, um *notebook* que, neste caso, fazia a função de servidor.

6.1.1 Descrição dos testes IEEE 802.11g

Primeira posição

Depois que todos os *laptops* (cliente, servidor) foram posicionados, como o mostra a Figura 25, foi necessário preencher os dados no servidor na sua interface gráfica (Figura 26), para assim iniciar os respectivos testes. O principal objetivo dos testes foi verificar o funcionamento das redes infra-estrutura IEEE 802.11g, de forma que os XO sejam ligados e associados ao AP, e essa configuração é feita manualmente ao início dos testes. Depois, é necessário verificar se todos estão associados corretamente.

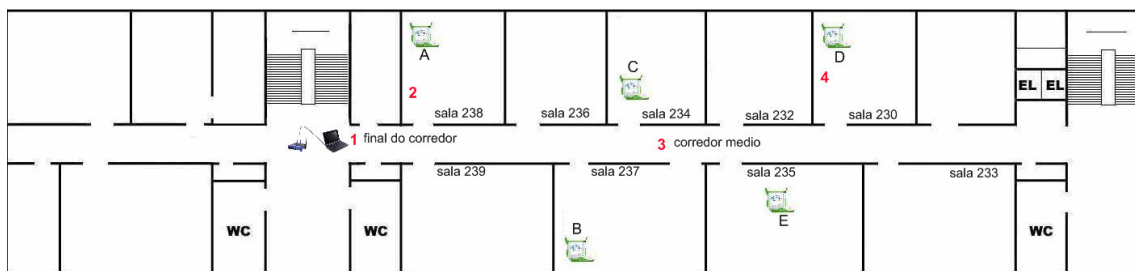



Figura 25. AP na primeira posição do primeiro teste.

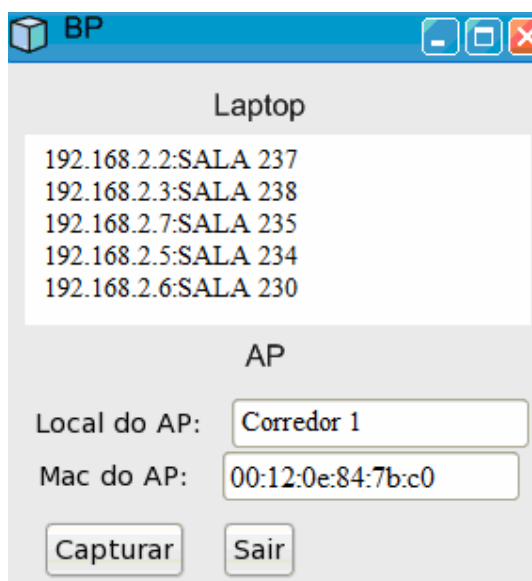
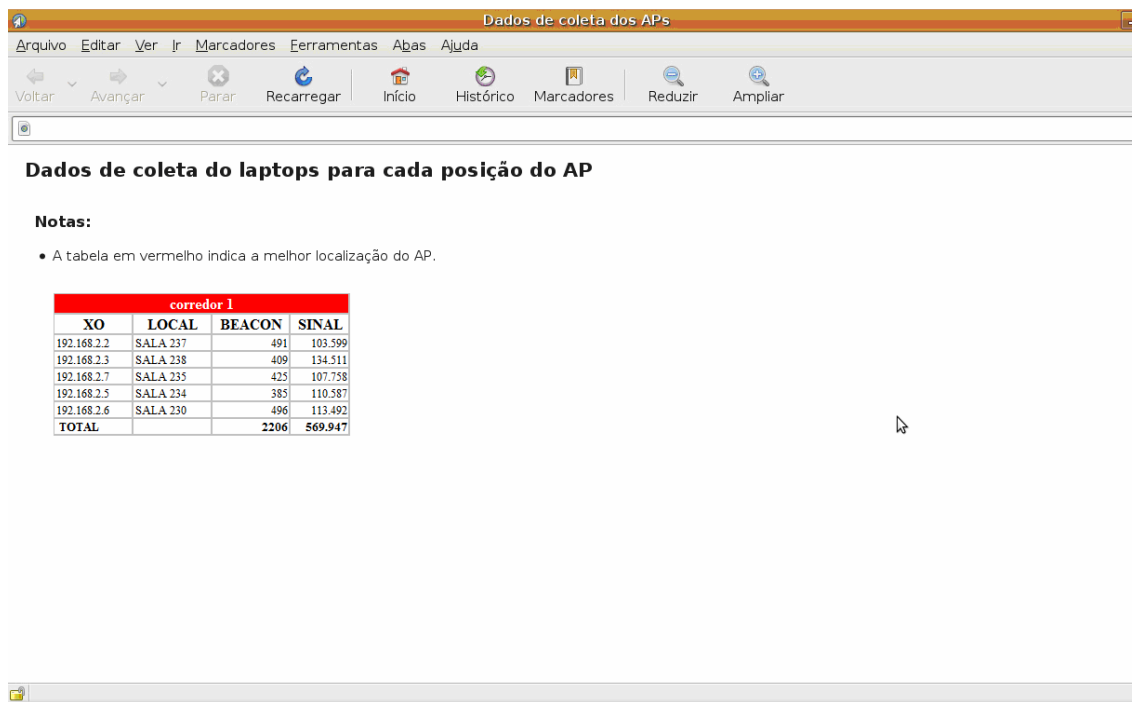



Figura 26. Dado do local da primeira captura.

Após essa verificação, o servidor inicia o trabalho, e envia ao AP uma instrução para que seja enviada, via sem fio, para todos os clientes (*laptop* XOs) que fazem parte na mesma rede. A instrução é um comando que tem como objetivo que todos os clientes do BP mudem a configuração das suas placas sem fio para modo monitor e fiquem escutando durante um tempo determinado os *beacon frames* de um AP específico previamente configurado.

Os resultados desses testes realizados indicam a primeira posição do AP, como o mostra a Figura 27, que seleciona os resultados da primeira captura. A primeira tabela que exibe o browser sempre é da cor vermelha, já que não tem outra posição para comparar. Nesse

caso foi capturado um total de 2206 *beacon frames*. O *laptop* que ficava na sala 230, captura 496 *beacon frames* exibida na seguinte figura.

corredor 1			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	491	103.599
192.168.2.3	SALA 238	409	134.511
192.168.2.7	SALA 235	425	107.758
192.168.2.5	SALA 234	385	110.587
192.168.2.6	SALA 230	496	113.492
TOTAL		2206	569.947

Figura 27. Resultado da primeira captura do primeiro teste.

Segunda posição

Depois de exibir os primeiros resultados no browser, troca-se o AP para a segunda posição, como ilustrado na Figura 28. Para a segunda posição foram trocadas apenas as informação no campo “Local do AP”, da interface do BC, como o exibe a Figura 29. Na sala 238, se realizou uma nova captura, obtendo um total de 2588 *beacon frames*, resultados superiores aos da primeira captura, só que nesse caso o XO que conseguiu o maior número de *beacon frames* foi o que estava na sala 237.

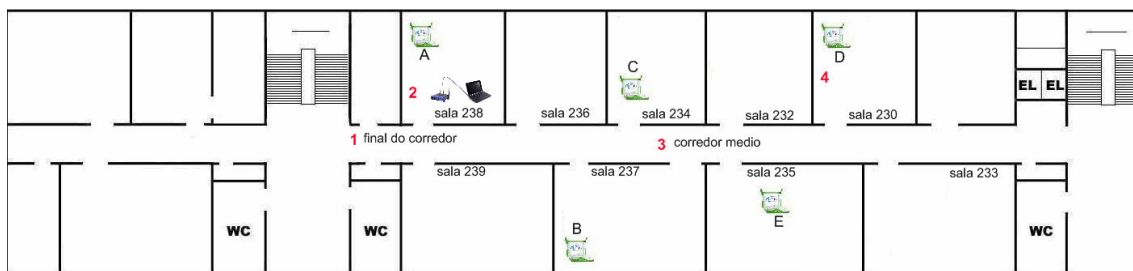



Figura 28. AP na segunda posição do primeiro teste.

Figura 29. Dado do local da segunda captura.

A Figura 30 mostra o resultado exibido no browser, onde se encontra uma tabela indicativa de que a sala 237 foi o local em que mais *beacon frames* foram capturados, com uma média de sinal de 144.105 SSI.

Dados de coleta dos APs

Arquivo Editar Ver Ir Marcadores Ferramentas Abas Ajuda

Voltar Avançar Parar Recarregar Início Histórico Marcadores Reduzir Ampliar

Dados de coleta do laptops para cada posição do AP

Notas:

- A tabela em vermelho indica a melhor localização do AP.

corredor 1			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	491	103.599
192.168.2.3	SALA 238	409	134.511
192.168.2.7	SALA 235	425	107.758
192.168.2.5	SALA 234	385	110.587
192.168.2.6	SALA 230	496	113.492
TOTAL		2206	569.947

sala 238			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	550	144.105
192.168.2.3	SALA 238	529	112.089
192.168.2.7	SALA 235	493	121.976
192.168.2.5	SALA 234	497	116.567
192.168.2.6	SALA 230	519	119.258
TOTAL		2588	613.995

Figura 30. Resultado da segunda captura do primeiro teste.

Terceira posição

Na terceira posição, colocou-se no meio do corredor (Figura 31), e alterou-se novamente a interface gráfica “Local do AP”. Na Figura 32 (corredor médio), realizou-se uma nova captura, chegando ao total de 2784 *beacon frames*. O XO que mais *beacon frames* capturou foi o que estava situado na sala 237.

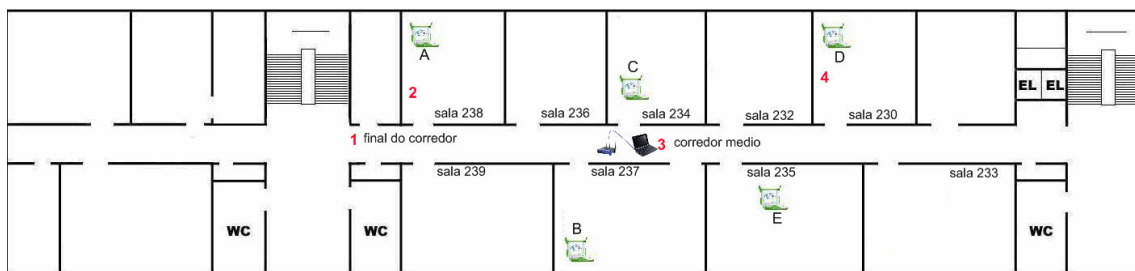



Figura 31. AP na terceira posição do primeiro teste.

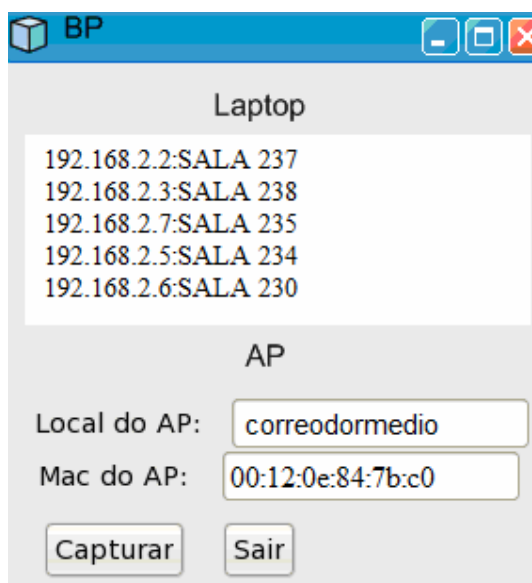



Figura 32. Dado do local da terceira captura

Na Figura 33 é exibido a terceiro resultado, mostrando que no meio do corredor foram capturados 575 *beacon frames*. Nessa captura todos os *laptops* apresentam uma média de 556.8 *beacon frames*, a média mais alta de todas as capturas, definindo o melhor local para colocar um AP.

Dados de coleta do laptops para cada posição do AP

Notas:

- A tabela em vermelho indica a melhor localização do AP.

corredor 1			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	491	103.599
192.168.2.3	SALA 238	409	134.511
192.168.2.7	SALA 235	425	107.758
192.168.2.5	SALA 234	385	110.587
192.168.2.6	SALA 230	496	113.492
TOTAL		2206	569.947

sala 238			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	550	144.105
192.168.2.3	SALA 238	529	112.089
192.168.2.7	SALA 235	493	121.976
192.168.2.5	SALA 234	497	116.567
192.168.2.6	SALA 230	519	119.258
TOTAL		2588	613.995

correodormedio			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	546	127.791
192.168.2.3	SALA 238	556	117.072
192.168.2.7	SALA 235	560	126.641
192.168.2.5	SALA 234	575	128.541
192.168.2.6	SALA 230	547	124.293
TOTAL		2784	624.338

Figura 33.Resultado da terceira captura do primeiro teste.

Quarta posição

A quarta e última posição foi na sala 230, como o mostra a Figura 34, aplicando-se os testes já referidos. Nesse caso, também se modificou a interface gráfica (Figura 35).

Depois desse teste, encerrou-se a etapa para validar os resultados.

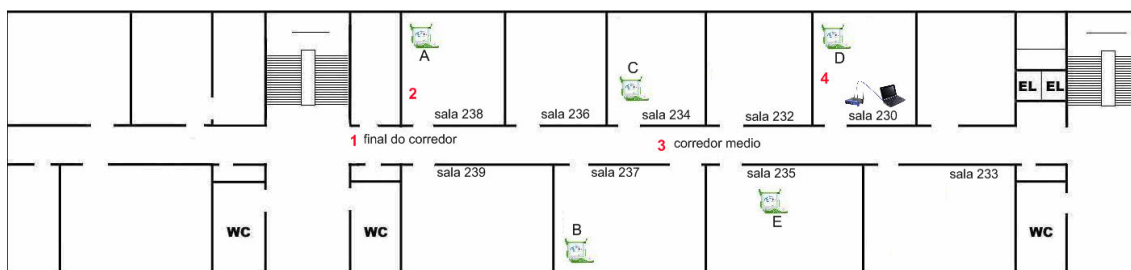



Figura 34. AP na quarta posição do primeiro teste.

Figura 35. Dado do local da quarta captura.

A Figura 36 aponta os resultados nos quais se capturou um total de 2770 *beacon frames*, e onde o *laptop*, que estava na sala 234, fez a maior captura de *beacon frames*,

Dados de coleta do laptops para cada posição do AP

Notas:

- A tabela em vermelho indica a melhor localização do AP.

corredor 1			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	491	103.599
192.168.2.3	SALA 238	409	134.511
192.168.2.7	SALA 235	425	107.758
192.168.2.5	SALA 234	385	110.587
192.168.2.6	SALA 230	496	113.492
TOTAL		2206	569.947

sala 238			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	550	144.105
192.168.2.3	SALA 238	529	112.089
192.168.2.7	SALA 235	493	121.976
192.168.2.5	SALA 234	497	116.567
192.168.2.6	SALA 230	519	119.258
TOTAL		2588	613.995

correodormedio			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	546	127.791
192.168.2.3	SALA 238	556	117.072
192.168.2.7	SALA 235	560	126.641
192.168.2.5	SALA 234	575	128.541
192.168.2.6	SALA 230	547	124.293
TOTAL		2784	624.338

sala 230			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
192.168.2.2	SALA 237	556	124,725
192.168.2.3	SALA 238	546	134,072
192.168.2.7	SALA 235	545	110,335
192.168.2.5	SALA 234	572	121,383
192.168.2.6	SALA 230	551	120,497
TOTAL		2770	611,012

Figura 36. Resultado da quarta captura do primeiro teste.

6.2 Testes em redes *mesh* IEEE 802.11s

O objetivo destes testes foi verificar o funcionamento do software BP das redes *mesh*, uma vez que a placa que os XOs suportam no padrão IEEE 802.11s (*mesh*), aproveitando que algumas escolas já têm XOs distribuídos e em funcionamento. Nesse caso, pareceu mais eficiente aproveitar as redes já existentes para instalar o BP e analisar o melhor local para colocar um AP no andar.

Quando os XOs são ligados, cria-se uma rede *mesh,* com a associação que é realizada uns com os outros, sem que se tenha numa configuração feita manualmente. Depois, torna-se necessário verificar se todos estão associados corretamente na mesma *mesh*.

Para esses testes foram seguidos os seguintes passos:

a) realizou-se um estudo preliminar da planta local, estabelecendo as melhores posições possíveis para colocar um AP;

b) as plantas do quarto andar, bloco E, da Escola de Engenharia foram analisadas e selecionadas quatro posições iniciais:

(1) o laboratório de MidiaCom,

(2) o corredor à altura da sala 408,

(3) o laboratório Telecom,

(4) o corredor à altura do laboratório LEV;

c) configurou-se um AP (ler anexo de configuração de AP) assinado como ESSID, o nome de "ruca2", com acesso sem fio sem senha para melhor associação entre os *laptops* XOs e o ponto de acesso ao momento dos testes.

Foram distribuídos oito *laptop* XOs educacionais no quarto andar, onde se queria ter conectividade para esse local específico de acesso à rede. Os XOs foram distribuídos por oito locais para posicionar os *laptops* XOs configurados como clientes nos testes, como o mostra o Figura 37.

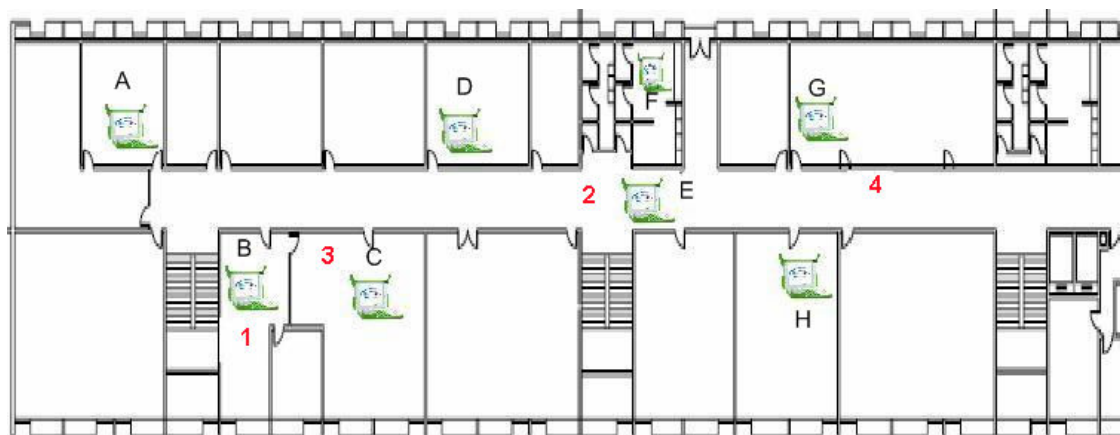



Figura 37. Planta do local

Os *laptops* foram colocados de forma não uniforme para cobrir mais área. Em todos os *laptop*s estava executando o software BP, à parte do laptop cliente, que é encarregado de fazer a captura do *beacon Frame,* a serem analisados e enviados para o servidor.

Primeiramente se colocou um AP no na primeira posição (Figura 38), para realizar os testes de campo e, depois, os oito *laptop*s foram posicionados de forma não uniforme. O *laptop* da posição foi selecionado para executar a parte servidora da ferramenta E, para que ele fosse o encarregado de recopilar todos os dados dos outros *laptops* XOs clientes que estavam capturando as informações do AP.

6.2.1 Descrição dos testes IEEE 802.11s

Primeira posição

A partir do posicionamento do servidor (para este caso o servidor tinha a função de cliente também) e de todos os sete *laptops* XO clientes, colocou-se o AP na primeira posição (Figura 38) e todos os equipamentos foram conectados à energia e ligados.

Após essa verificação preencheu-se a interface com todos os dados dos clientes e do servidor (Figura 39). O servidor enviou aos *laptops* clientes um comando para que mudassem

a configuração das suas placas sem fio para o modo monitor e ficassem escutando durante um tempo determinado os *beacon frames* de um AP previamente configurado .

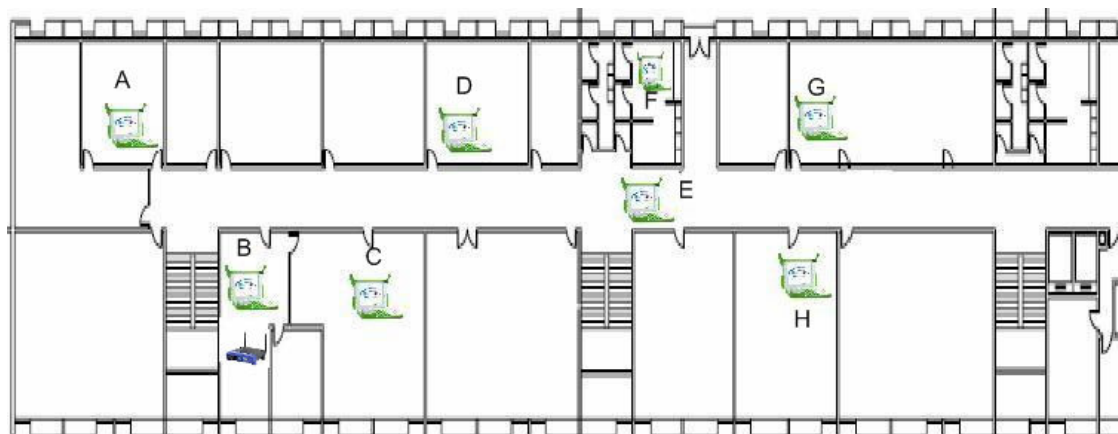



Figura 38. AP na primeira posição.

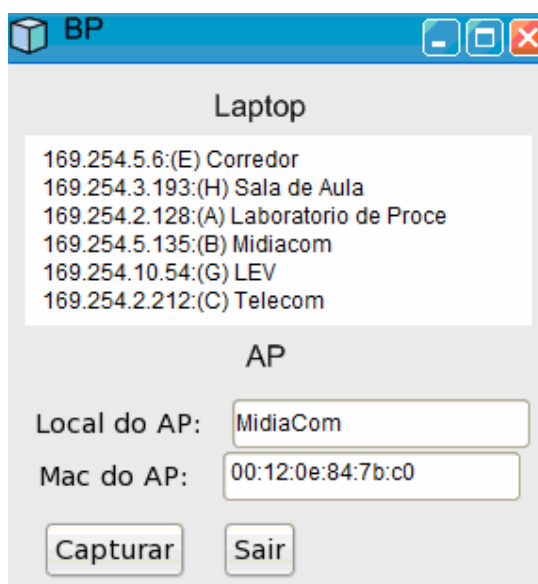



Figura 39. Interface com todos os dados (MidiaCom)

Os resultados do teste um são mostrados no browser (Figura 40), em que fica claro qual é o XO que obteve o melhor resultado, alocado no ponto “Telecom”.

MidiaCom			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	568	102,727
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	0	0
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	581	110,367
169.254.5.135	(B) Midiacom	510	119,935
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	565	123,669
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	574	99,0976
TOTAL		**2798**	**555,7956**

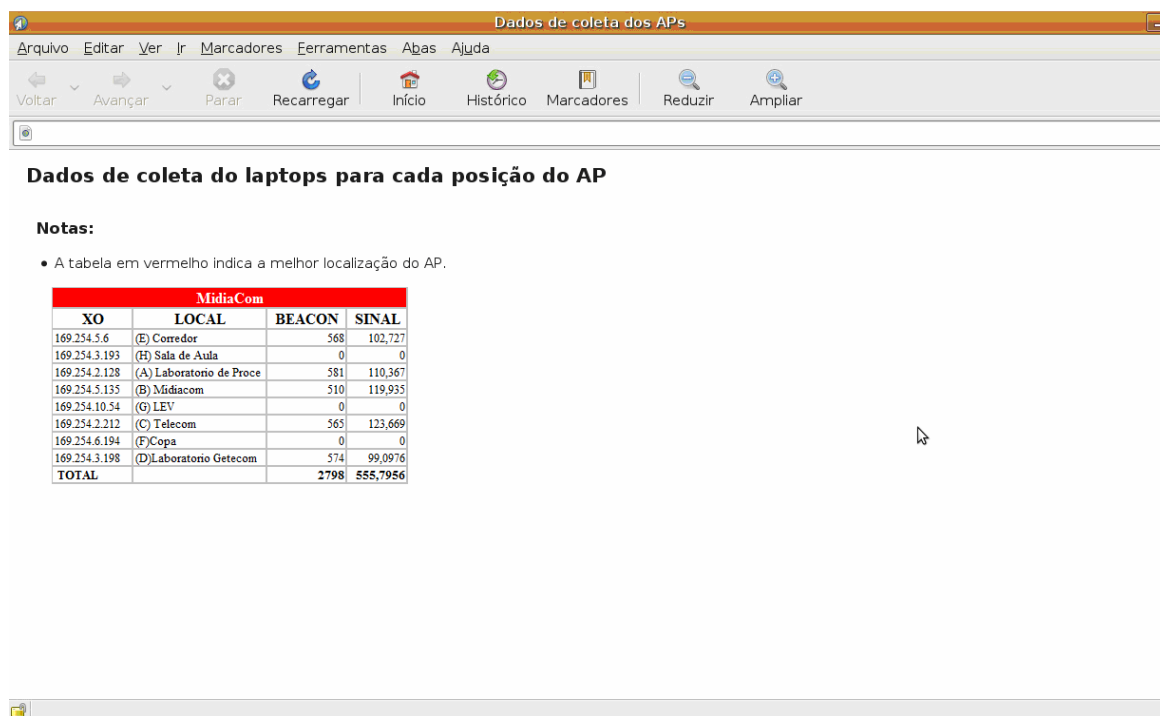



Figura 40. Resultado da primeira captura em redes mesh.

Segunda posição

Após esta captura, foi modificada a posição do AP, como exibida na Figura 41. O AP foi posicionado no corredor, à altura da sala 408, descrevendo a nova posição na interface Figura 42, realizando-se o mesmo procedimento de captura, local em que foi medida maior intensidade de sinal com mais intensidade de *beacon frames*.

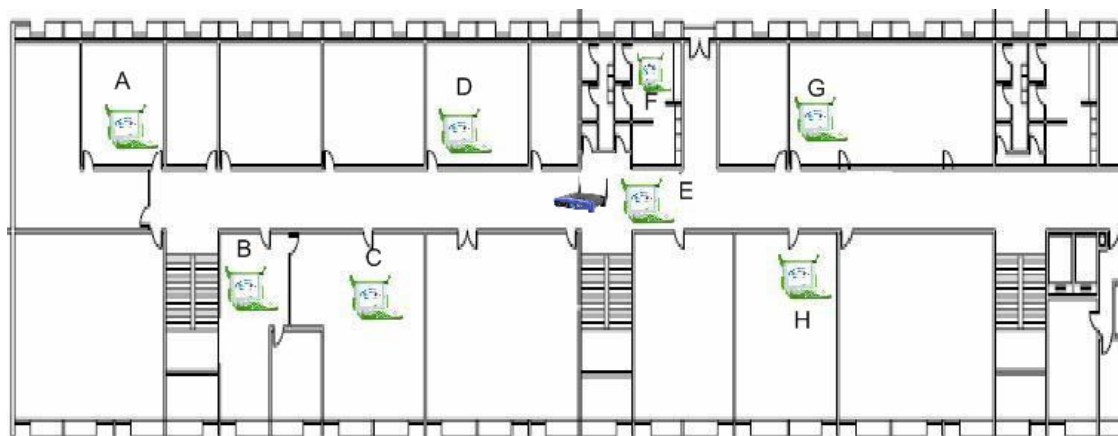



Figura 41. AP na segunda posição.

Figura 42. Interface com todos os dados (sala 408)

Cada vez que o BP é executado, gera uma tabela de resultados exibidos a cada captura que o XO fez.

A Figura 43 mostra que o *laptop* que mais capturou *beacon frames* foi o posicionado no local (E) no corredor. Nesse local, acredita-se que seria a maior captura de *beacon frames,* já que no corredor a propagação do sinal do AP sempre é melhor. O resultado é refletido no somatório total dos *beacon frames*.

MidiaCom			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	568	102.727
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	0	0
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	581	110.367
169.254.5.135	(B) Midiacom	510	119.935
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	565	123.669
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	574	99.0976
TOTAL		2798	555.7956

sala 408			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	583	141.48
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	572	110.019
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	582	115.976
169.254.5.135	(B) Midiacom	564	89.0638
169.254.10.54	(G) LEV	578	107.128
169.254.2.212	(C) Telecom	565	99.3274
169.254.6.194	(F)Copa	580	116.874
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	577	104.497
TOTAL		4601	884.3652

Figura 43. Resultado da segunda captura em redes mesh (sala 408).

Terceira posição

A terceira posição (3) do AP (Figura 44) foi estabelecida no laboratório Telecom onde se procedeu nova captura.

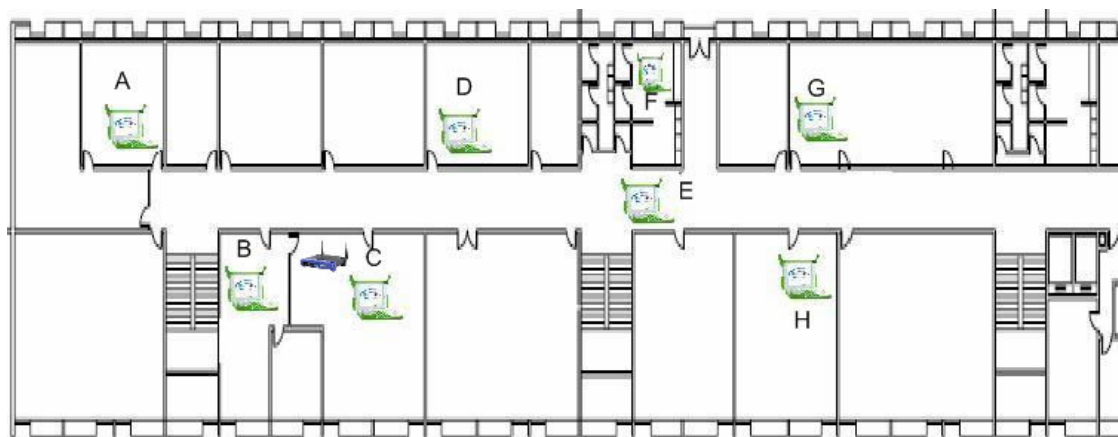



Figura 44. AP na terceira posição.

Como nas capturas anteriores, igualmente se modifica a interface gráfica do local do

AP, como o exibe a Figura 45.

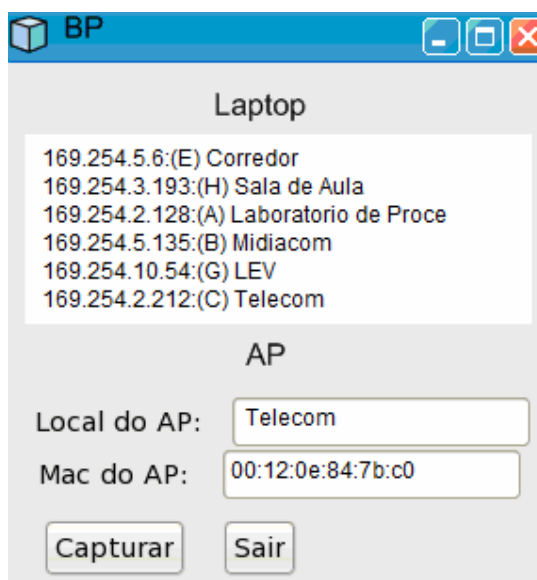



Figura 45. Interface com todos os dados (Telecom)

A figura 44 mostra que o *laptop* que mais *beacon frames* capturou foi o que ficava no laboratório Midiacom, mas não foi o local que, na tomada geral, capturou mais *beacon frames*.

Dados de coleta dos APs

Arquivo Editar Ver Ir Marcadores Ferramentas Abas Ajuda

Voltar Avançar Parar Recarregar Início Histórico Marcadores Reduzir Ampliar

Dados de coleta do laptops para cada posição do AP

Notas:

- A tabela em vermelho indica a melhor localização do AP.

MidiaCom			
XO	**LOCAL**	**BEACON**	**SINAL**
169.254.5.6	(E) Corredor	568	102.727
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	0	0
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	581	110.367
169.254.5.135	(B) Midiacom	510	119.935
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	565	123.669
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	574	99.0976
TOTAL		**2798**	**555.7956**

sala 408			
XO	**LOCAL**	**BEACON**	**SINAL**
169.254.5.6	(E) Corredor	583	141.48
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	572	110.019
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	582	115.976
169.254.5.135	(B) Midiacom	564	89.0638
169.254.10.54	(G) LEV	578	107.128
169.254.2.212	(C) Telecom	565	99.3274
169.254.6.194	(F)Copa	580	116.874
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	577	104.497
TOTAL		**4601**	**884.3652**

Telecom			
XO	**LOCAL**	**BEACON**	**SINAL**
169.254.5.6	(E) Corredor	580	108.017
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	364	91.9368
169.254.2.128	(A) Laboratorio	576	99.8426
169.254.5.135	(B) Midiacom	578	106.254
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	572	136.334
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio	573	106.084
TOTAL		**3243**	**648.4684**

Figura 46. Resultado da terçara captura em redes mesh (Telecom).

Quarta posição

Na quarta e última posição (4) do AP (Figura 47), o local escolhido foi o corredor, na altura da sala do LEV, onde novamente se modificaram os dados da interface do BP (Figura 48) e se realizou a captura:

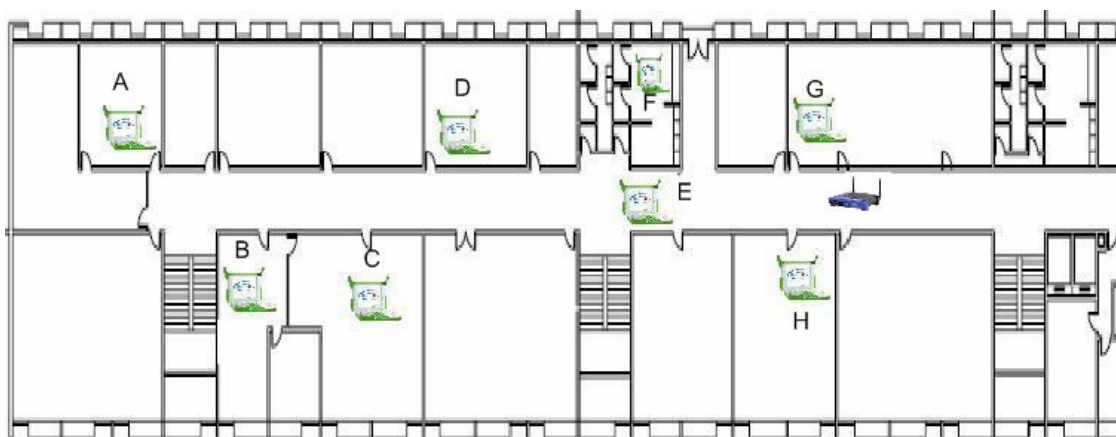



Figura 47. AP na quarta posição.

Figura 48. Interface com todos os dados (LEV)

A Figura 49 demonstra que o *laptop* que capturou mais *beacon frames* foi o que foi localizado no Corredor (E). Nessa quarta posição, observou-se permaneceu o corredor, na altura da sala 408, como o local que melhor performance realizou.

MidiaCom			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	568	102.727
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	0	0
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	581	110.367
169.254.5.135	(B) Midiacom	510	119.935
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	565	123.669
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	574	99.0976
TOTAL		2798	555.7956

sala 408			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	583	141.48
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	572	110.019
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	582	115.976
169.254.5.135	(B) Midiacom	564	89.0638
169.254.10.54	(G) LEV	578	107.128
169.254.2.212	(C) Telecom	565	99.3274
169.254.6.194	(F)Copa	580	116.874
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	577	104.497
TOTAL		4601	884.3652

Telecom			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	580	108.017
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	364	91.9368
169.254.2.128	(A) Laboratorio	576	99.8426
169.254.5.135	(B) Midiacom	578	106.254
169.254.10.54	(G) LEV	0	0
169.254.2.212	(C) Telecom	572	136.334
169.254.6.194	(F)Copa	0	0
169.254.3.198	(D)Laboratorio	573	106.084
TOTAL		3243	648.4684

LEV			
XO	LOCAL	BEACON	SINAL
169.254.5.6	(E) Corredor	582	126.526
169.254.3.193	(H) Sala de Aula	563	109.442
169.254.2.128	(A) Laboratorio de Proce	574	103.096
169.254.5.135	(B) Midiacom	287	87.6481
169.254.10.54	(G) LEV	576	122.691
169.254.2.212	(C) Telecom	509	97.22
169.254.6.194	(F)Copa	574	106.666
169.254.3.198	(D)Laboratorio Getecom	573	106.084
TOTAL		4238	859.3731

Figura 49. Resultado da quarta captura en redes mesh (LEV).

Como último passo, foi feita uma comparação minuciosa entre os resultados de todas as capturas realizadas. Analisando-se a Figura 47, ficou reafirmado que o melhor local para posicionar um AP foi o corredor à altura da sala 408, já que nesse local todos os XOs obtiveram a maior quantidade de pacotes capturados. Foram capturados 4601 *beacon frames* com ISS sinal de 884.3652, um resultado esperado, já que o corredor é um local de fácil propagação.

6.2.2 Validação do *software* com geração de tráfego

Acreditando que a posição ótima do ponto de acesso seja aquela que os resultados mostram como melhor desempenho da rede analisada com um gerador de tráfego, a primeira posição escolhida pelo *software* testado foi a mesma.

Com a finalidade de avaliar nossa ferramenta, foi escolhido um analisador de tráfego denominado *Iperf* [26]. Apesar da comparação ser com outra ferramenta de posicionamento, não existe no momento nenhuma de uso livre (*freeware*) para a efetivação dessa análise. Ferramentas similares são fornecidas, mediante pagamento, a empresas como Cisco [27] e Aruba [28], efetivamente muito caras. Por isso, decidiu-se gerar tráfego para analisar a vazão da transmissão e realizar a comparação entre os APs. A hipótese é de que o melhor ponto deve apresentar a melhor *throughput* (vazão). Para comprovar a eficiência da ferramenta, foram realizadas medidas de vazão nos diversos pontos, comprovando que a melhor vazão foi conseguida no ponto escolhido pelo BP.

Para ter certeza de que a ferramenta estava funcionando corretamente, a segunda fase da comparação utilizou o gerador de tráfego *Iperf*, que gerou tráfego de um XO para outro servidor conectado ao AP, via um cabo instalado em uma de suas portas *ethernet*.

Para esse teste, foram colocados *laptops* XOs nas salas de aula do segundo andar, prédio de Engenharia, da Universidade Federal Fluminense, conforme Figura 24, cujas posições haviam sido anteriormente estudadas para os testes com redes infraestruturadas, marcando-se quatro posições para instalar os APs.

O teste foi realizado com os seguintes parâmetros:

1 – Tempo de duração de cada tráfego (total de cinco tráfegos): dois minutos;

2 – Número de repetições: duas repetições:

3 – Dados analisados: vazão, perdas e latência;

4 – Tráfego de 4 Mbits.

Posição 1

A Figura 50 mostra o AP na posição um (1), na qual é executado o servidor Iperf *num laptop convencional*, e em cada *laptop* XO é executado o cliente *Iperf*. A seguir, iniciou a geração de tráfego de cada XO para o *iperf-server,* de forma individual. Por exemplo, o XO na sala 238, que estava executando um *Iperf* cliente, gera um tráfego para o *Iperf* servidor e os demais XOs ficam aguardando sua vez. O *Iperf* servidor processa o tráfego e/ou guarda para receber o próximo tráfego. O procedimento é realizado dessa forma para que não ocorra nenhum tipo de erro ou coalizão, no momento em que o servidor estiver coletando cada tráfego de cada XO.

A partir do teste realizado, foi possível obter dados de vazão, latência e perda de cada XO com respeito ao AP. Nesse caso, a posição do AP (Figura 50) apresenta uma latência de 24.658 Mbits/seg, uma vazão de 1.296ms e uma perda de 5.2%.

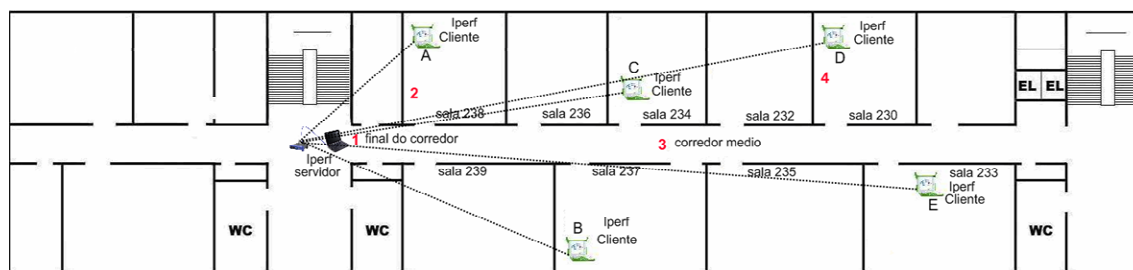



Figura 50. Testes de validação, primeira posição.

.

Posição 2

Na segunda posição, feita dentro da sala 238, como o mostra a Figura 51, novamente se gerou tráfego, obtendo-se a vazão de 1.786 Mbits/seg, a latência 1.212mm e a perda 2.3%, atingindo melhor resultado do que a a primeira posição.

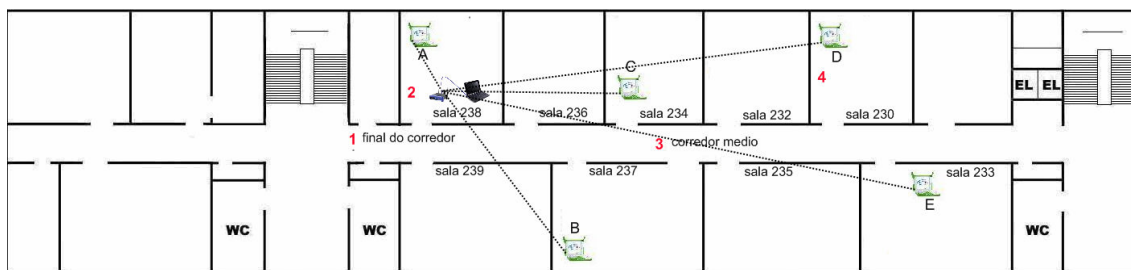



Figura 51. Testes de validação, segunda posição.

Posição 3

Na terceira posição (Figura 52), novamente executou-se o *Iperf-client/server,* e os resultados obtidos foram melhores do que os anteriores diante do tráfego obtido na primeira e segunda posições. Nesse caso, a vazão foi de 1.804Mbits/seg, a latência de 0.762mm e a perda de 1.6%.

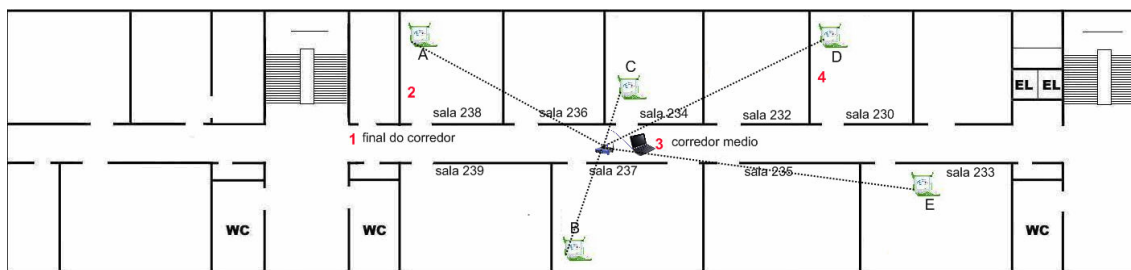



Figura 52. Testes de validação, terceira posição.

Posição 4

Por último, o AP foi posicionado na sala 230 (Figura 53), na qual se implantou novamente os testes que foram comparados aos resultados com os testes anteriores, determinando os seguintes resultados: vazão de 1.79Mbits/seg, latência de 4.837mm e perda foi de 2.0%.

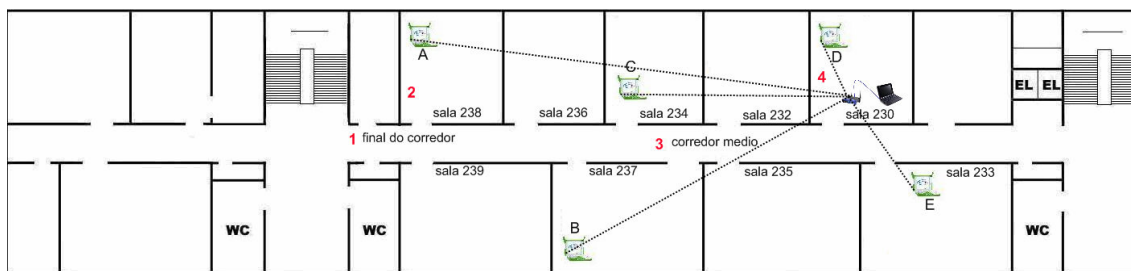



Figura 53. Testes de validação, terceira posição.

6.2.3 Conclusão dos testes

Depois de comparar todos os resultados das capturas realizadas pelo gerador de tráfego em AP1, AP2, AP3 e AP4 ficou demonstrado que a melhor vazão e a menor latência/perdas foram encontradas no AP3, que foi a posição idêntica à escolhida pelo BP como o melhor local para posicionar o AP.

A Figura 54 mostra um gráfico gerado para entender melhor como foram os resultados parciais de tráfegos gerados de cada XO (*Iperf* cliente) para o servidor (*Iperf*). Como já foi dito anteriormente, para realizar esse teste, calculou-se a vazão, latência e perdas de cada posição do AP com respeito ao *laptop* cliente.

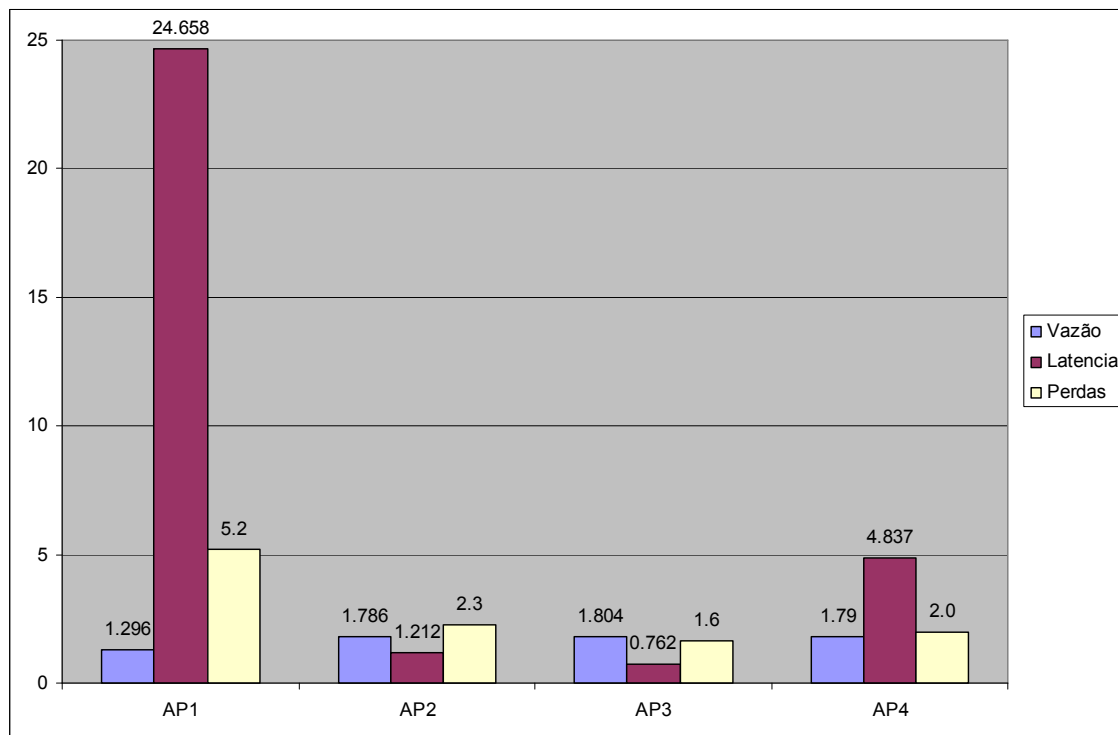



Figura 54. Resultado da vazão do Iperf.

A partir da validação do segundo teste realizado, é possível afirmar que o software BP funciona de maneira adequada, desempenhando eficientemente uma das tarefas designadas pelo projeto RUCA 2, ou seja, a escolha do melhor local para colocar um AP nas escolas.

7 Conclusão

O presente trabalho apresentou o software BP, que utiliza uma metodologia simplificada de *Site Survey*, com auxílio de interface gráfica, para que um usuário com pouco conhecimento técnico consiga determinar o melhor local para colocação de um ponto de acesso ou roteador.

A escolha de um local adequado para instalação do ponto de acesso é um dos fatores principais em um projeto de cobertura de redes sem fio. A instalação do AP em um lugar inapropriado pode resultar em uma experiência de conectividade ruim por parte dos usuários, ou até mesmo, deixar áreas de interesse descobertas (sem acesso a rede). O software BP auxilia eficientemente a instalação dos pontos de acesso nas escolas, desempenhando efetivamente um dos objetivos do projeto RUCA 2, qual seja, a adequação da infra-estrutura das escolas para o recebimento dos *laptop*s educacionais.

Para entender todas as funcionalidades do BP, o estudo descreveu uma série de parâmetros que diz respeito ao software e seu perfeito funcionamento, concluindo-se:

- Foi realizado um estudo do comportamento dos *beacon frames*, analisando de que forma com que podem ser úteis para o desenvolvimento de um *Site Survey* de posicionamento dos APs. Com a captura de tais *frames* foi possível obter resultados satisfatórios para o desenvolvimento deste específico *Site Survey*, mostrando ser de vital importância para facilitar a implantação dos Aps em um determinado local.

- Criou-se de uma interface gráfica, com uma tela extremamente simplificada para que todos os usuários não técnicos pudessem utilizá-la sem a necessidade de um técnico para orientar.

-O BP-cliente mostrou-se capaz de coletar *beacons* frames em todos os *laptops* XO e encaminhar os dados ao BP servidor, que gera um arquivo e exibe ao usuário final os resultados num browser.

O BP além de possuir uma interface gráfica amigável, facilitando seu uso, por se tratar

de uma ferramenta de código aberto, seu aprimoramento futuro pode ser realizado por outros desenvolvedores, a fim de readaptá-lo às necessidades de cada cenário.

Outra grande vantagem dessa ferramenta é que não exige nenhum equipamento específico para *Site Survey* (caros), e sim, os próprios equipamentos que as escolas já possuírem: ponto de acesso e *laptops* com placa de redes sem fio.

Para validação da metodologia utilizada pelo software, isto é, verificar se a escolha do ponto de instalação do ponto de acesso foi feita da maneira correta, foram realizados testes em uma topologia real *mesh* e em uma rede intra-estruturada. A ferramenta foi considerada funcional, já que os resultados mostraram que as posições onde se capturava maior quantidade de *beacon frames* eram situadas em local que resulta no maior *throughput*.

Por fim, a principal contribuição da ferramenta BP foi o desenvolvimento de uma ferramenta com código aberto, com uma interface amigável, que realiza uma forma simplificada, mas eficiente, de *Site Survey*. Possibilita que pessoas sem conhecimento técnico, como professores e funcionários das escolas, possam escolher o melhor local para instalação de um ponto de acesso, utilizando, para isso, apenas equipamentos já presentes na escola.

7.1 Trabalhos Futuros

O BP é uma ferramenta que ajuda a complementar o *Site Survey,* ela faz a escolha de melhor locais para colocar um AP, mais ela oferece a mesma importância a todos os locais onde ficam distribuídos os *laptops*, uma boa proposta para trabalho futuro seria que o BP fornecera balanceamento de carga para os *laptops*, dependendo de sua importância, já que podem existir locais onde há a necessidade de mais cobertura que em outros, como por exemplo, no local onde existe maior demanda por acesso a rede sem fio, criando maior prioridade ao momento da captura. Nesta forma ao momento de fazer o calculo de posicionamento ela tem em conta o pesos que foram dados aos locais, dando de esta forma a maior prioridade para este local.

Outra proposta é aprimoramento da interface gráfica do BP, oferecendo mais opções na ferramenta como, por exemplo, trabalhar com múltiplos APs simultaneamente na mesma captura e procurar uma forma para que não precisemos informar tantas informações dos *laptops* (IP e local), facilitando ainda mais o trabalho das pessoas técnicas das escolas, já que em muitos casos será necessário o uso de mais de um AP com diferentes *laptop* nas escolas.

8 Referências

[1] OLPC: One *Laptop* per Child (OLPC), a $100 *laptop* for the world's children's education http://www.laptop.org

[2] OLPC Brasil. Disponível em http://wiki.laptop.org/go/OLPC_Brazilhttp://wiki.laptop.org/go/OLPC_Brazil , Acesso: 05 Janeiro 2009

[4] http://www.rnp.br/pd/ruca.html , Acesso: 01 de abril 2009

[5] http://www.midiacom.uff.br/ruca, Acesso: 12 de maio 2009 Acesso: 12 de abril

[6] http://www.midiacom.uff.br/ruca Acesso: 01 de julho 2009

[5] http://wiki.laptop.org/go/Learning_Vision_PT, Acesso: 12 de abril 2009

[6] http://wiki.laptop.org/go/XO_B2 Acesso: 01 de abril 2009

[7] IEEE 802.11 Working Group, http://grouper.ieee.org/groups/802/11/index.html Acesso: 12 de abril 2009

[8] KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. "Redes de Computadores e a Internet - Uma Nova Abordagem", Editora PEARSON Addison Wesley. São Paulo, 2004.

[9] www.fcc.gov Acesso: dezembro de 08 2008

[10] Matthew Gast. "**Wireless Networks",** Editora O'Reilly. April 2002

[11] - *Site Survey*. Disponível em: www.sitesurvey.com Acesso: set. 2008.

[12] Introdução a Site Survey: Apostila RNP.

[13] - *Site Survey*. Disponível em: www.sitesurvey.com Acesso: set. 2008.

[14] http://www.netstumbler.com, Acesso: 01 de abril 2009

[15] Introdução a Site Survey: Apostila RNP.

[16] Redes de Computadores, Tanenbaum, Editora Campus, Tradução da 4a. Edição, 2003.

[17] Uma Análise dos Mecanismos de Segurança de Redes IEEE 802.11: WEP, WPA, WPA2 e IEEE 802.11w

[18] Fraiha, S. G. C. ; RODRIGUES, J. C. ; ARAUJO, J. P. L. ; Gomes, H. S. ; Francês, C. R. L. ; Cavalcante, G. P. S. . Metodologia para Projeto de Redes Sem Fio Baseada em Medidas de Potência e QoS. In: Momag2008, 2008, Florianópolis. Momag2008.

[19] Zvanovec S; Pechac P; Klepal M. Wireless LAN Networks design: *Site Survey* or propagation modeling? Radioengineering, v.12, n.4, December 2003.

[20] Pais de Oliveira ,Lopes Campos. PROJECTO DE REDES LOCAIS SEM FIOS 802.11b de 22 de julho de 2003

[21] http://www.pygtk.org Acesso: dezembro de 08 2008

[22] http://.www.linksys.com Acesso: 28 de dezembro do 2008

[23]http://www.wiki.laptop.org/go/Especifica%C3%A7%C3%A3o_de_hardware,Acesso: 12 de abril 2009

[24] http://www.python.org Acesso: 28 de dezembro do 2008

[25] http://www.wireshark.org/docs/man-pages/tshark.html

[26] http://www.noc.ucf.edu/Tools/Iperf, Acesso: 01 de abril 2009

[27] http://www.cisco.com/web/LA/productos/wireless.html Acesso: 01 de abril 2009

[28] http://www.arubanetworks.com/products.php, Acesso: 01 de abril 2009

[29] TELECO – Informações em Telecomunicações
Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwlanman3/pagina_2.asp
Acesso em: setembro 02 de 2008.

9 Anexos 1

Os anexos som uma serie de scripts feitos em python, e para sua interface gráfica foi utilizado pyGTK. Os scrip som os seguintes:

9.1 BP-client

```
import socket
import struct
import sysfranklin
import time
from optparse import OptionParser

arguments = OptionParser()
arguments.add_option("-f","--config-file",
                  dest="instructions",
                  help="Instructions file")
(options, args) = arguments.parse_args()

if not options.instructions:
   print "instruction file is mandatory"
   sys.exit(0)

config = open(options.instructions, 'r')
message = str(time.time())+'\n'+config.read()

date = time.strftime('%y%m%d%H%M%S')
logfilename = "/tmp/%s-instruction.log" % (date)
log = open(logfilename, 'w')

# To send the instuctions
def sendinstructions(message):
   sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM, socket.IPPROTO_UDP)
   sock.setsockopt(socket.IPPROTO_IP, socket.IP_MULTICAST_TTL, 2)
   sock.sendto(message, ('224.3.3.70', 3370))



#############################################

# Tentar abrir o arquivo /tmp/ls para escrita (arquivo que sera gerado)
try:
        newfile = open('/tmp/ls', 'w')
except:
        print "Nao foi possivel abrir o arquivo /tmp/ls para escrita."
```

```
# Abrir um socket TCP e esperar por conexoes nele
sockresp = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
sockresp.bind(("",10596))
sockresp.listen(15)
connection, addr = sockresp.accept()

# Vamos receber o arquivo em pedacos de 8K
while 1:
        data = connection.recv(8192)# Tentamos receber 8K
        if not data:                # Se nao recebemos nada:
                break               # a transferencia acabou
        newfile.write(data)         # Caso contrario, escrevemos no arquivo

# Fechamos os sockets e o arquivo gerado.
newfile.close()
sockresp.close()
connection.close()

####################################################

# To listen to responses
sockresp = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
sockresp.bind(("",10596))
sockresp.listen(15)
# message_counter = 0
sendinstructions(message)
# message_counter = 1
print "Instructions sent"
print "Waiting for responses ("+logfilename+" for detailed responses)"
status_consolidation = {}
feedbacks = 0
try:
  # Timer
  while True:
    connection, addr = sockresp.accept()
    while True:
      data = connection.recv(20000)
      # cancela timer se houver
      # start a timer object (thread module has a Timer class)
      # response format
      # status(OK|FAIL|REPEAT)\nDetailed Output
      if not data: break
      status = data.split('\n')[0]
      if status_consolidation.has_key(status):
        status_consolidation[status] += 1
      else:
        status_consolidation[status] = 1
      feedbacks += 1
```

```
        print str(feedbacks)+". Received response from: "+addr[0]+" Status: "+status
        print >> log, "RESP FROM:"+str(addr)+" RESP CONTENT:"+data+"\n"
        sockresp.shutdown(1)
      connection.close()
except KeyboardInterrupt:
  log.close()
  for st in status_consolidation.keys():
      print st, status_consolidation[st]
  print "Total:", feedbacks
  sys.exit(0)
```

9.2 BP-servidor

```
import socket
import struct
import time
import commands
import re
import sched
import daemonize

#date = time.strftime('%y%m%d%H%M%S')
#hostname = commands.getoutput('hostname -s').replace('-','_')
#logfilename = "%s-%s-%s-mcast.log" % (testid,date,hostname)

def execute_test(comando):
  status = ''
  message = ''
  s, o = commands.getstatusoutput(comando)
  #if s == 0 and (status == "OK" or status == ''):
  #   status = 'OK'
  #else:
  #   status = 'FAIL'
  #return(status, message)

def command(instruction):
  # timestamp
  # command
  # command = <command1>
  # ...
  # command = <commandN>
  print "command received"
  lines = instruction.split('\n')
  status = ''
  message = ''
  for line in lines:
    # Improve the pattern match bellow
    if re.match('.*=', line):
```

```
      command = line.split('=')[1].strip()
      s, o = commands.getstatusoutput(command)
      if s == 0 and (status == "OK" or status == ''):
        status = 'OK'
      else:
        status = 'FAIL'
      message += 'Command: '+command+' | Status: '+str(s)+' | Output: '+o+'\n'
  return(status, message)

def takefile(instruction):
  # timestamp
  # file
  # filename = <filename>
  # <line1>
  # ...
  # <lineN>
  print "file received"
  status = ''
  message = ''
  filenameline = instruction.split('\n')[2]
  filename = filenameline.split('=')[1].strip()
  lines = instruction.split('\n')[3:]
  newfile = open(filename, 'w')
  for line in lines:
    print >> newfile, line
  # We should test before saying ok
  status = 'OK'
  message = 'File '+filename+' copied'
  newfile.close()
  return(status, message)

def test(instruction):
  # timestamp
  # test
  # -t <testid>
  # -s <size> -i <interval> -c <count> [-d <deviation>]
  # time to lauch
  print "test received"
  parameters_server = instruction.split('\n')[2]
  parameters_client = instruction.split('\n')[3]
  launch_time = int(instruction.split('\n')[4])
  # Exceute mcast-server
  # Daemonize mcast-server (mcast-server.py restart)
  # Schedule mcast-client
  command = 'python mcast-client.py '+parameters_client
  schedule = sched.scheduler(time.time, time.sleep)
  s = schedule.enter(launch_time, 0, execute_test, (command,))
  schedule.run()
  return(status, message)
```

```
#def installrpm(instruction):
#   print "configuration received"
#   return(status, message)

def confirm(addr, status, message):
# if menssagen = string
    try:
      resp = status+"\n"+message
      sockresp = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
      sockresp.connect((addr, 10596))
      sockresp.send(resp)
      sockresp.close()
    except socket.error, (value, message):
      if sockresp:
        sockresp.close()
      print "Could not open socket: ", message
######################################
# else

# Abrir um socket TCP e tentar conectar ao servidor
#try:
#        sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
#        sock.connect(("localhost", 10596))
#except:
#        print "Nao foi possivel estabelecer a conexao."
#        print "O servidor esta rodando?"
#        exit()

# Abrir o arquivo /bin/ls (arquivo que sera transferido
#try:
#        file = open("/bin/ls", "r")
#except:
#        print "Nao foi possivel abrir o arquivo /bin/ls."
#        exit()

# Vamos enviar o arquivo em partes de 8K
#while 1:
#        data = file.read(8192)          # Ler bloco de 8K do arquivo
#        if not data:                   # O arquivo terminou?
#                break                  # Se sim, saimos
#        sock.send(data)                 # Se nao, enviamos para o servidor

# Fechar o socket e o arquivo
#sock.close()
#file.close()
daemonize.daemonize('/dev/null','/tmp/BP.log','/tmp/BP.log')

sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM, socket.IPPROTO_UDP)
```

```
sock.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)
sock.bind(('', 3370))
mreq = struct.pack('4sl', socket.inet_aton('224.3.3.70'), socket.INADDR_ANY)
sock.setsockopt(socket.IPPROTO_IP, socket.IP_ADD_MEMBERSHIP, mreq)
instructions_cache = []

while True:
  instruction, addr = sock.recvfrom(10240)
  ip = addr[0]
  print "Received:", instruction, "from", addr
  timestamp = instruction.split('\n')[0]
  instruction_id = (addr[0], addr[1], timestamp)
  if instruction_id in instructions_cache:
    status = 'REPEAT'
    message = 'Instruction already received'
  else:
    instructions_cache.append(instruction_id)
    category = instruction.split('\n')[1]
    if category == 'command':
      status, message = command(instruction)
    elif category == 'file':
      status, message = takefile(instruction)
    elif category == 'test':
      status, message = test(instruction)
    #elif category == 'instalrpm':
    #   status, message = installrpm(instruction)
    else:
      print "Nao entendi"
  confirm(ip, status, message)
```

9.3 Interface gráfica do BP

```
from BPMensagens import cLabel
import pygtk
pygtk.require('2.0')
import gtk, os, time, re

from DadosAP import DadosAP
from XO import XO
import AplicInfo, BPUtil
import webbrowser

class RotuloTextoAlinhado:
    def __init__(self, lblRotulo, sep):
        self.boxContentor = gtk.HBox(False,10)

        self.lblRotulo = gtk.Label(lblRotulo)
        self.boxContentor.pack_start(self.lblRotulo, False, True, sep)

        self.txtTexto = gtk.Entry()
        self.boxContentor.pack_start(self.txtTexto, False, True, 0)

    def changeLabel(self, newLabel):
        self.lblRotulo.set_text(newLabel)

    def setText(self, text):
        self.txtTexto.set_text(text)

    def getText(self):
        return self.txtTexto.get_text()

    def getWidget(self):
        return self.boxContentor

    def show(self):
        self.txtTexto.show()
        self.lblRotulo.show()
        self.boxContentor.show()


class BPApp:
    melhorAP = None

    def btCapturarClick(self, widget, data=None):

        self.macAP = self.objMacAP.getText()
        self.localAP = self.objLocalAP.getText()
```

```
        f = open(AplicInfo.CAMINHO_XO_CFG, "w")
        f.write(self.textbuffer.get_text(self.textbuffer.get_start_iter(),
self.textbuffer.get_end_iter()))
        f.close()

        f = open("/tmp/capturar", "w")
        f.write("command\ncommand = capBeacon " + self.macAP)
        f.close()

        # Envia o comando de capturar:
        cmd = "/usr/bin/BP-client -f /tmp/capturar"
        print(cmd)
        g = os.popen(cmd)
        self.lin = ""
        while(1):
            novaLin1 = g.readline()
            if (novaLin1 == ""):
                break
            self.lin += novaLin1
        g.close()

        # Espera o comando terminar a execucao:
        time.sleep(180)

        # Pega os resultados:
        f = os.popen("/usr/bin/BP-client -f /root/cat")
        self.lin = ""
        while(1):
            novaLin = f.readline()
            print "novaLin = %s\n" % novaLin
            if (novaLin == ""):
                break
            self.lin += novaLin
        f.close()
        time.sleep(10)

        # Processar os resultados:
        self.processarResultados(self.macAP, self.localAP)

        # Exibir os resultados:
        webbrowser.open('Dados.xml')

    def btSairClick(self, widget, data=None):
        gtk.main_quit()

    def destroy(self, widget, data=None):
        gtk.main_quit()
```

```
def delete_event(self, widget, event, data=None):
    return False

def processarResultados(self, macAP, localAP):
    nomeArquivoDados = "Dados.xml"
    dadosAP = DadosAP(macAP, localAP)
    dadosAP.lerLog(AplicInfo.CAMINHO_LOG)
    self.listaAPs.append(dadosAP)

    #Reseta o melhor AP para que possa ser atualizado:
    #self.zerarMelhor(self.listaAPs)
    if self.melhorAP != None:
        self.melhorAP.ehMelhor=False

    # Achar a melhor localizacao do AP:
    self.melhorAP = self.listaAPs[0]
    if len(self.listaAPs) > 1:
        for ap in self.listaAPs:
            if ap.obtSomaBeacons() > self.melhorAP.obtSomaBeacons():
                self.melhorAP = ap
    self.melhorAP.ehMelhor = True

    # Salvar XML:
    self.salvarXML(nomeArquivoDados)

def zerarMelhor(self, listaAPs):
    for ap in listaAPs:
        ap.ehMelhor = False

def salvarXML(self, nomeArquivo):
    if re.search(r".+?\.xml$",nomeArquivo) == None:
        nomeArquivo += ".xml"
    arqDados = open(nomeArquivo, "wt")
    arqDados.write(self.gerarXML())
    arqDados.close()

def gerarXML(self):
    xml = ""
    xml += "<?xml version=\"1.0\" encoding=\"ISO-8859-1\"?>\n"
    xml += "<?xml-stylesheet type=\"text/xsl\" href=\"dados.xsl\"?>\n"
    xml += "<rede>\n"
    for ap in self.listaAPs:
        xml += ap.toXML() + "\n"
    xml += "</rede>"

    return xml


def __init__(self):
```

```
        self.listaAPs = []

        # Define a janela principal:
        self.window = gtk.Window(gtk.WINDOW_TOPLEVEL)
        self.window.set_title("BP")
        self.window.connect("delete_event", self.delete_event)
        self.window.connect("destroy", self.destroy)
        self.window.set_border_width(10)

        # Container principal:
        self.boxMain = gtk.VBox(False, 10)
        self.window.add(self.boxMain)

#***********************************************************************
*****
        # Botoes inferiores
        self.boxButtons = gtk.HBox(False, 0)
        self.boxMain.pack_end(self.boxButtons)
        self.boxButtons.show()

        # Capturar
        self.btCapturar = gtk.Button(cLabel.capturar)
        self.btCapturar.connect("clicked", self.btCapturarClick)
        self.boxButtons.pack_start(self.btCapturar, False, True, 10)
        self.btCapturar.show()

        # Sair
        self.btSair = gtk.Button(cLabel.sair)
        self.btSair.connect("clicked", self.btSairClick)
        self.boxButtons.pack_start(self.btSair, False, True, 10)
        self.btSair.show()

#***********************************************************************
*****


        self.sw = gtk.ScrolledWindow()
        self.sw.set_policy(gtk.POLICY_AUTOMATIC, gtk.POLICY_AUTOMATIC)
        self.textview = gtk.TextView()
        self.textbuffer = self.textview.get_buffer()
        self.sw.add(self.textview)
        self.sw.show()
        self.textview.show()
        self.xoLabel = gtk.Label("XO's")
        self.xoLabel.show()
        self.boxMain.pack_start(self.xoLabel)
        self.boxMain.pack_start(self.sw)
        self.apLabel = gtk.Label("AP's")
```

```
        self.apLabel.show()
        self.boxMain.pack_start(self.apLabel)

        # Informacoes para processamento:
        self.boxInfo = gtk.VBox(False, 0)
        self.boxMain.pack_start(self.boxInfo)
        self.boxInfo.show()
        self.boxMain.show()

        # Define a entrada da localizacao do AP:
        self.objLocalAP = RotuloTextoAlinhado(cLabel.localAP, 5)
        self.boxLocalAP = self.objLocalAP.getWidget()
        self.boxInfo.pack_start(self.boxLocalAP)
        self.objLocalAP.show()
        self.boxLocalAP.show()

        # Define a entrada do MAC do AP:
        self.objMacAP = RotuloTextoAlinhado(cLabel.macAP, 7)
        self.boxMacAP = self.objMacAP.getWidget()
        self.boxInfo.pack_start(self.boxMacAP)
        self.objMacAP.show()
        self.boxMacAP.show()


#**********************************************************************
*****
        self.window.show()

def main():
    gtk.main()

if __name__ == "__main__":
    hello = BPApp()
    main()
```

9.4 Capturador e analisador de Beacon.

```
#!/bin/sh
#
# This script comes from:
#
#   commit 7835ca9c79bfc3d8c1d5d64da6815a3c13ddcd48
#   Author: C. Scott Ananian <cscott@laptop.org>
#   Date:   Wed Nov 28 01:22:43 2007 -0500
#
#     olpc-network-capture (trac #5153).
#

SECS=$1
DATA=`date +%H%M`
CAPTURE_FILE="/tmp/`hostname -s`-${DATA}.cap"
# CAPTURE_FILE=`date +%y%m%d%H%M`.cap
TRAFFIC_MASK=0x7

echo "Capturing traffic for $SECS seconds..."
killall NetworkManager
killall BP
sleep 1
echo 0x4 > /sys/class/net/eth0/lbs_rtap
ifconfig rtap0 up
tcpdump -s 128 -i rtap0 -w $CAPTURE_FILE &> /dev/null &
PID=$!
sleep $SECS
kill $PID
echo "Done.  Capture file is $CAPTURE_FILE"
echo 0x0 /sys/class/net/eth0/lbs_rtap
NetworkManager
tshark -r /tmp/`hostname -s`-${DATA}.cap -R "wlan.fc.type_subtype == 0x8 and wlan.sa ==
00:12:0e:84:7b:c0" | wc -l > /tmp/b31bea-bea
tshark -r /tmp/`hostname -s`-${DATA}.cap -R "wlan.fc.type_subtype == 0x8 and wlan.sa ==
00:12:0e:84:7b:c0" -T fields -e "radiotap.db_antsignal" > /tmp/b31ruido
awk '{n+=$1} END {print n/NR}' /tmp/b31ruido > /tmp/b31media-Beacon
#awk '{print $1/600*100}' /tmp/b31bea-bea > /tmp/b31por-Beacon
awk '{print $1}' /tmp/b31bea-bea > /tmp/b31por-Beacon
```

10 ANEXO 2

10.1 Configuração de ponto de acesso

O objetivo é prover uma metodologia geral para instalação e configuração do pontosde acesso (AP) Linksys no Linux, proporcionando a compreensão técnica de cada opção de configuração.

A instalação de uma rede sem fio envolve uma série de passos e uma boa dose de planejamento. O processo se inicia com a escolha dos equipamentos e definição dos pontos de instalação. É comum também a realização de “site surveys” – inspeções do local onde a rede será instalada, com o objetivo de levantar, por exemplo, os obstáculos e as fontes de interferência.

Uma vez instalados, os equipamentos devem ser configurados. Como o centro nervoso de uma rede sem fio é o ponto de acesso, quase todo o trabalho de configuração da rede é realizado neste elemento.

Nesta anexo, iremos exemplificar o processo de configuração utilizando o ponto de acesso da marcas Linksys.

Instalação

O ponto de acesso modelo WRT54G, da Linksys, ilustrado na Figura 55, é compatíveis com os padrões IEEE 802.11b e IEEE 802.11g. Ele serão usados neste anexo para exemplificar o processo de configuração. Os itens a serem configurados são os mesmos, ou muito similares, para outros pontos de acesso da mesma categoria (uso doméstico ou pequenos escritórios), variando apenas a forma de fazê-lo (interface).

Para configurar o ponto de acesso usaremos um computador (laptop ou desktop) que executa o GNU/Linux.

Figura 55 - Ponto de Acesso Linksys

Para realizar a configuração do AP, primeiramente, ligue sua alimentação de energia.

Conecte a porta ethernet do computador a uma das portas LAN do ponto de acesso utilizando o cabo de rede que o acompanha (cabo geralmente azul). A Figura 56 mostra as portas de rede (LAN) e o conector de energia do Ponto de Acesso do Linksys.

Figura 56 - Como conectar o cabo de rede e o cabo de energia.

Abra um navegador de Internet, como o Internet Explorer ou Mozilla Firefox, e o aponte para o endereço do ponto de acesso.

No modelo WRT54G da Linksys, o endereço do é o 192.168.1.1. Este endereço é padrão do fabricante, mas pode vir a ser diferente no futuro, ou em um outro modelo. Portanto, antes de realizar este passo, certifique-se do endereço correto no manual do fabricante.

Figura 57 - entrada de endereço no navegador

Uma janela como a da Figura 58 será aberta. Utilize "**admin"** nos campos "Nome do usuário" e "Senha" (estes são o *login* e senha padrões para o modelo WRT54G, e pode ser mudada pelo fabricante no futuro).

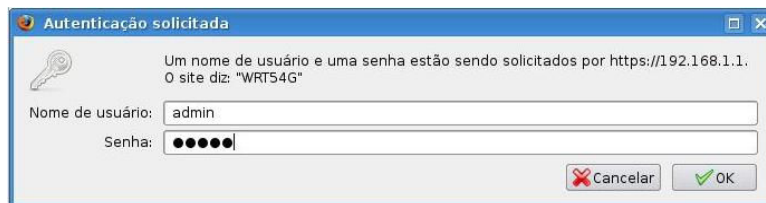



Figura 58 – Autenticação do WRT54G Linksys

Após a autenticação, aparecerá a página inicial da interface *Web* de configuração (Figura 59).

Figura 59 - Tela principal Linksys

10.2 Configuração básica / Setup

- **WAN**

Nesta tela será configurada a conexão do ponto de acesso à internet, como ilustra a Figura 60. O tipo de conexão com a Internet pode variar em função do provedor de acesso contratado. No Brasil, além do acesso discado (um modem e uma linha telefônica), as formas de acesso mais comuns são o ADSL, geralmente oferecido pelas empresas de telecomunicações, e o “cable modem”, geralmente oferecido pelas operadoras de TV a cabo.

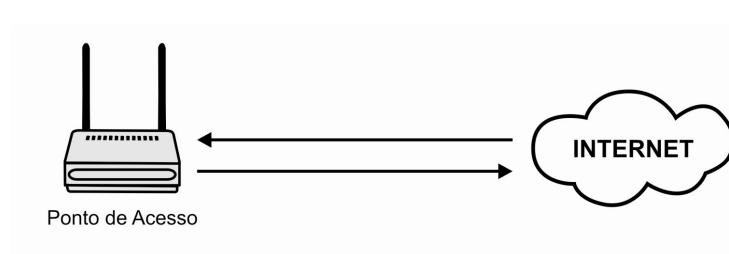



Figura 60 - Ponto de acesso fala com Internet

Da mesma forma que configuramos o endereço IP do computador que utilizamos para configurar o ponto de acesso, temos que agora definir como o AP irá obter um endereço IP que o permitirá navegar pela Internet. Aqui, além de escolher uma configuração estática ou automática, em alguns casos é necessário informar senhas de acesso. Estas informações são fornecidas pelo provedor de acesso. Existem vários tipos de conexões, sendo os mais utilizados:

Automatic Configuration, ou Dynamic IP Adress - DHCP: o provedor de internet fornece todas as configurações de rede automaticamente. A Figura 61 mostra um AP Linksys, configurado dessa forma.

Figura 61 - Automatic Configuration - Linksys

Static IP: o provedor de internet disponibiliza um endereço IP fixo que deve ser definido manualmente junto com as demais configurações de rede. Por exemplo:

IP	189.122.135.45
Netmask	255.255.254.0
Gateway	189.122.128.1
DNS	189.122.0.18

A Figura 62 mostra o AP Linksys, configurados com esses endereços.

Figura 62 – Static IP - Linksys

PPPoE : o provedor disponibiliza um usuário e uma senha. Por exemplo:

User name	escola@telecom.br
Password	APCPWMEMT

A Figura 63 mostra o AP Linksys configurado dessa forma.

Figura 63 - PPPoE - Linksys

Para configurar o tipo de conexão no roteador WRT54G da Linksys, clique na aba "Setup/Basic Setup".

Após configurar a conexão para IP estático, Configuração Automática (DHCP) ou PPPoE, salve as alterações clicando em "Save Settings".

- **LAN**

Nesta etapa de configuração, deve-se também habilitar o servidor de DHCP para a rede local, para que o ponto de acesso possa atribuir IPs privados (locais), automaticamente, aos computadores a ele associado. Na maioria dos casos, esta opção vem configurada por padrão nos pontos de acesso, mas é sempre importante verificar.

Como mostra na Figura 63 no modelo WRT54G, após escolher e configurar o modo de conexão, certifique-se que a opção de *"DHCP Server"* está marcada como *"Enable"*.

Ao fim de cada configuração, salve as alterações clicando em "*save settings*".

10.3 Configuração (Basic Wireless Settings)

Nesta seção queremos configurar parâmetros gerais da rede sem fio, como seu nome e canal de operação.

Clique na aba *"Wireless"* na parte superior da interface de configuração (Figura 64).

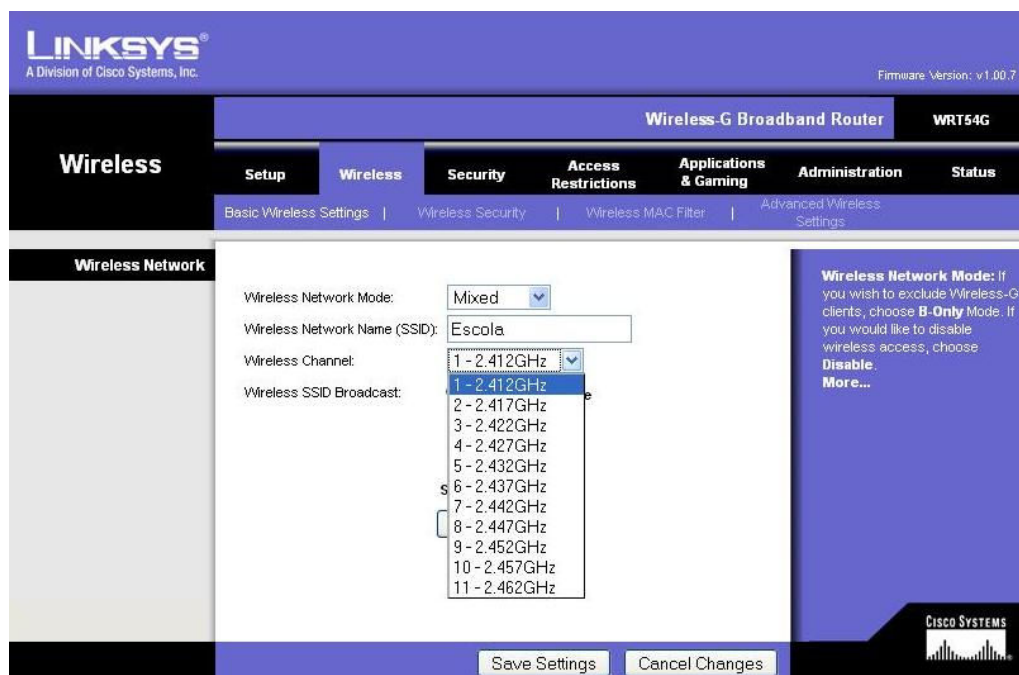



Figura 64 - Configuração no Modo de Operação.

Modifique os parâmetros com os seguintes valores:

- ***Wireless Network Mode***: selecione *"Mixed"* para permitir a conexão de dispositivos

compatíveis tanto com o padrão “b” (mais antigo), quanto “g”, mais novo do IEEE 802.11;

- ***SSID*:** é o nome ou identificador da rede sem fio. No exemplo, foi utilizado o nome “Escola”. Este é o nome que os usuários deverão selecionar se desejarem se conectar a sua rede sem fio;

- ***Wireless Channel***: É o canal de frequência de operação da rede sem fio. Os roteadores Linksys vêm inicialmente configurados para operar no canal 6, mas é possível escolher qualquer um dos canais disponíveis, dando preferência para 1, 6 e 11. Para verificar a escolha mais inteligente de um canal é interessante a realização de um *site survey* (mais informações nas cartilhas “*Site Survey”* e “Interferências”);

- Wireless SSID Broadcast: Marque a opção *“enable”*;

Salve as alterações clicando em “*save settings*”.

10.4 Configuração da Segurança (Wireless Security)

Selecione a subopção *“Wireless Security”* ainda dentro da aba *“Wireless”*

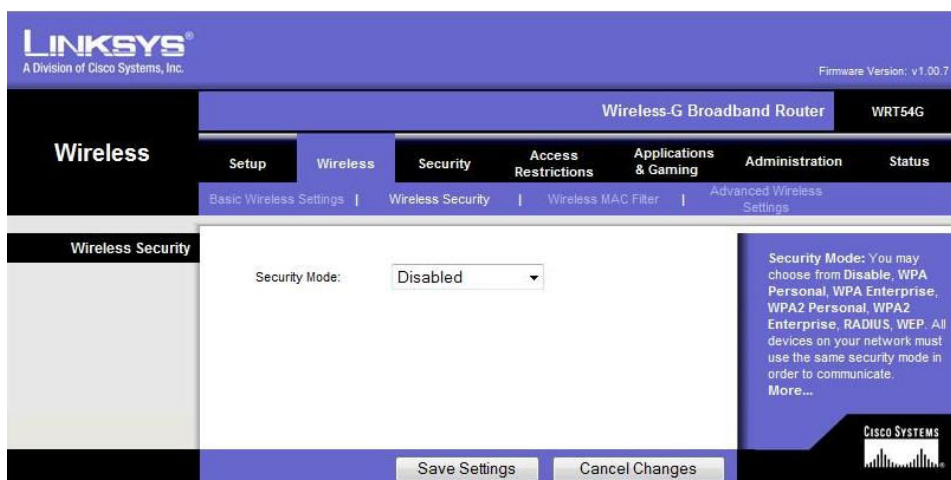



Figura 65 - Configuração da Segurança

Inicialmente, a opção de segurança (*Security Mode*) fica desativada (Figura 65).

As opções que tem para segurança são as seguintes Figura 66.

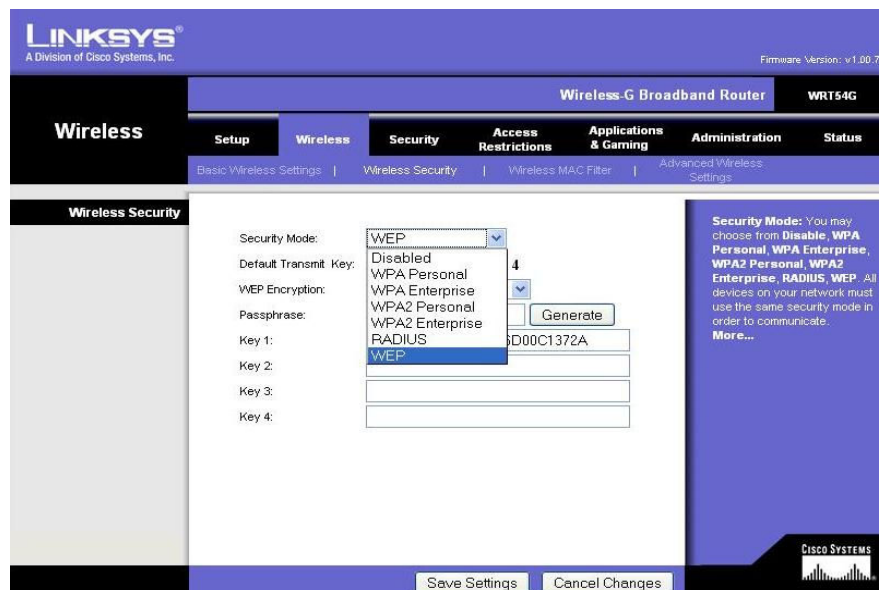



Figura 66 - Opções de segurança

WEB

Ao escolher WEP tem que escrever uma palavra no campo de *Passphrase* e se prossegue a gerar uma codificação de essa palavra, como exibir-se o exemplo seguinte.

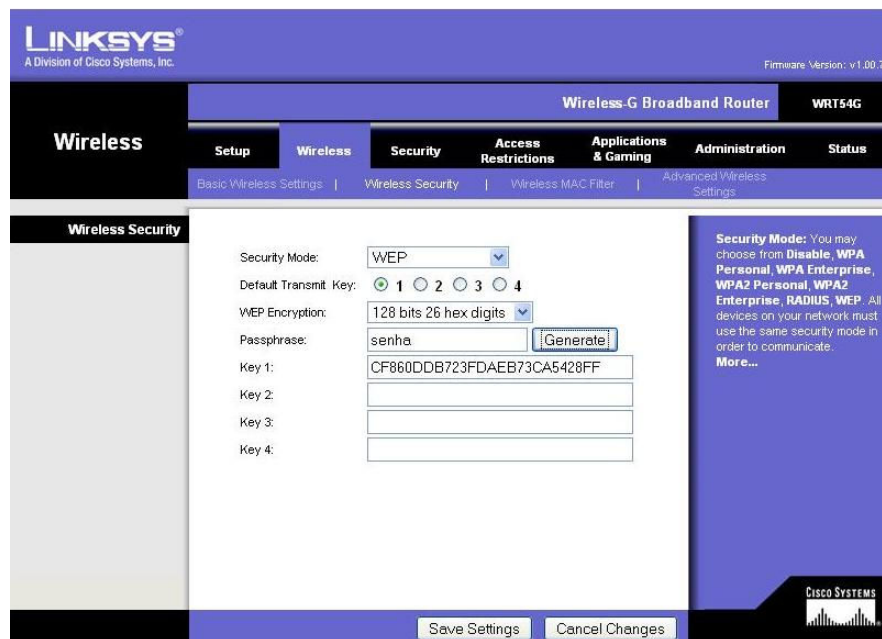



Figura 67 - Codificação WEP

WPA

Este é o Segundo modo de seguridade que tem esse AP,

Quando escolhemos WPA aparece um campo onde tem que digitar uma senha, preferencialmente que a senha tenha letras e números, Figura 68.

Figura 68 - Codificação WPA

WPA2

É a mesma configuração da anterior, só tem que digitar a senha que você escolha, Figura 69.

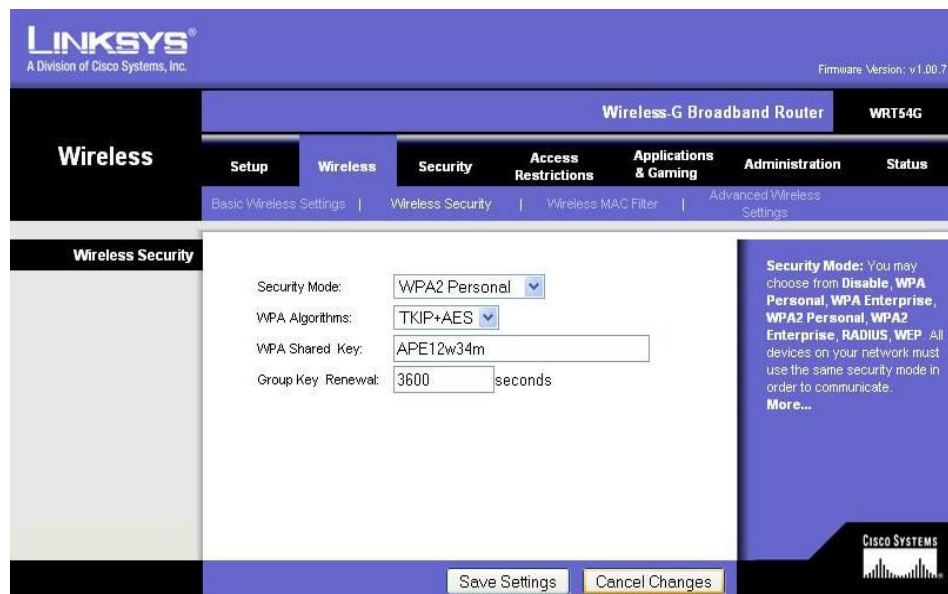



Figura 69 - Codificação WPA2

É importante ativá-lo com as seguintes configurações:

- ***Security Mode:*** "WPA2 Personal";
- ***WPA Algorithms:*** "TKIP+AES";
- ***WPA Shared Key:*** <Escolha uma senha de sua preferência>;
- ***Group Key Renewal:*** Não modifique esta opção;

Observe, no entanto, que a senha em "WPA Shared Key" deverá ser informada a todos os usuários da rede. A senha será necessária durante o processo de conexão do usuário à rede.

Salve as alterações clicando em "*save settings*".

10.5 STATUS

Finalmente, é importante verificar o status do AP, onde se anotara o MAC Address, Figura 70, para determinar que de esse AP se pegara os beacon.

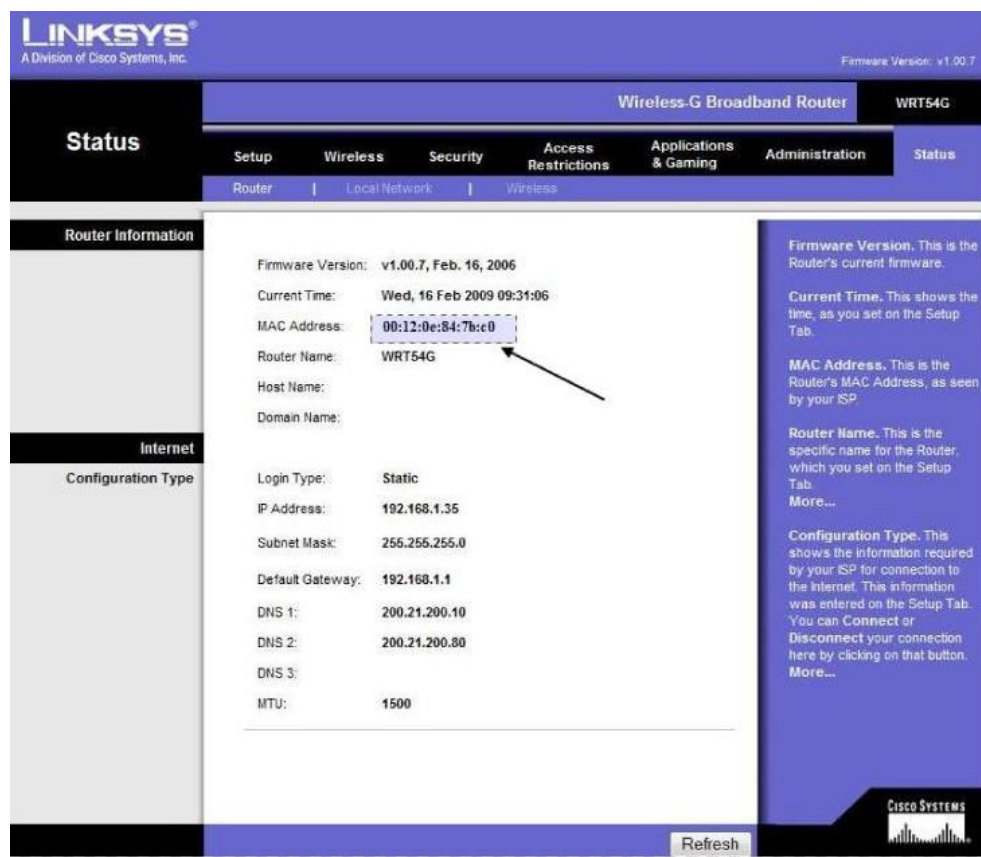



Figura 70 - MAC Address do AP

10.6 Finalizando

Para encerrar o processo, retire o cabo de rede que liga o computador usado para a configuração do ponto de acesso (aquele ligado à porta LAN). Este computador não será mais necessário.

Ligue o cabo de rede do provedor da escola na porta WAN do ponto de acesso, como indicado na Figura 71. Isso deve bastar para que o ponto de acesso se conecte à Internet por intermédio do provedor de acesso.

Figura 71 – Porta WAN

Agora, basta que os usuários se conectem ao ponto de acesso. Para isso, o usuário portador de um laptop - realizará automaticamente o processo de associação ao ponto de acesso da rede escolhida, obterá as configurações de rede através de DHCP e requisitará senha de acesso, caso a rede esteja utilizando algum mecanismo de segurança.